"حصاد مياه السيول بحوض وادي أم ضلفة بصحراء مصر الشرقية بإستخدام تقنيات الجيوماتكس – دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية"

إعداد / محمد أحمد محمود أحمد مكى

باحث دكتوراه – مدير إدارة المساحة بالشركة المصرية للإنشاءات المعدنية (ميتالكو)

mohmedmekkey86@gmail.com

ا.د/ عبد الرازق بسيوني الكومي
أستاذ الجغرافيا الطبيعية
وكيل شؤون الدراسات العليا
كلية الآداب - جامعة طنطا
Abdelrazek.Elkoumi@art.tanta.edu.eg

ا.د/جمال عبدالله السيد
أستاذ جيولوجيا المياه
بمعهد بحوث الموارد المائية
المركز القومي لبحوث المياه
gamal4251@hotmail.com

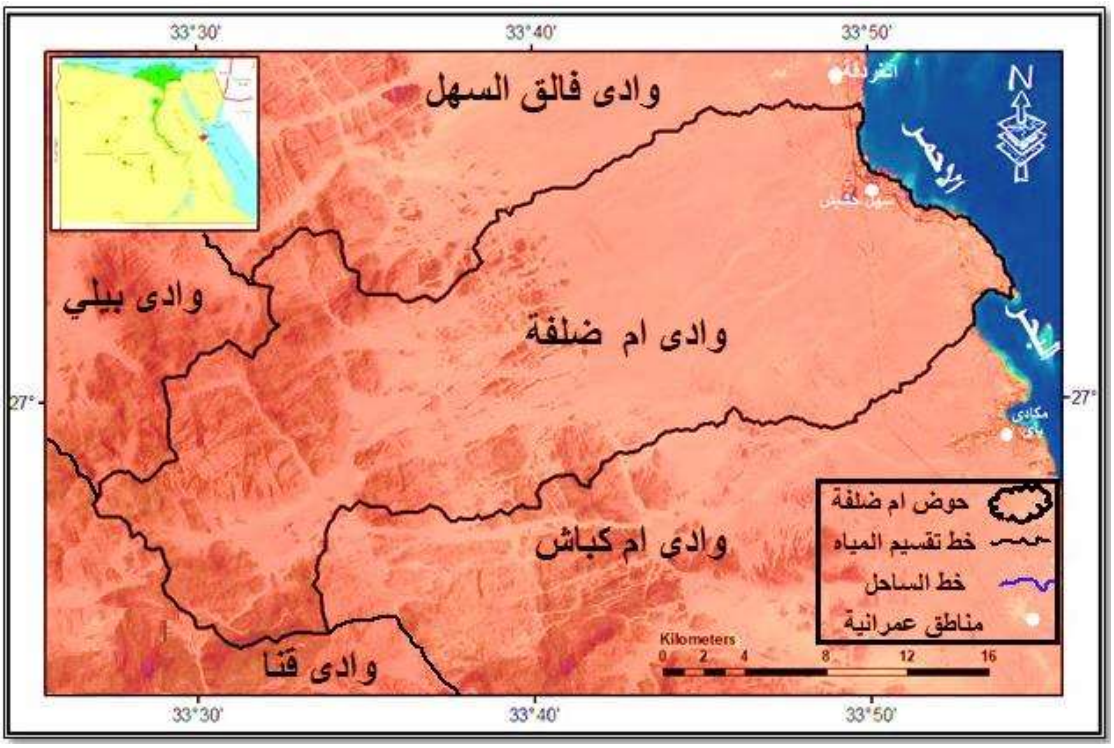
& الملخص:- يهدف هذا البحث إلى دراسة وتحليل الجريان المائي وتقدير حساب كميات مياه السيول ومعدلات تدفقها اعتماداً على طريقة (Unit Hydrograph SCS) وحساب عمق الأمطار لفترات مختلفة بحوض أم ضلفة بالصحراء الشرقية بمصر والتي تقع عند تقاطع خط طول 40' 33° شرقاً مع دائرة عرض 27° شمالاً، ويغطي مساحة 547.58 كم^2، ولتحقيق أهداف الدراسة فقد تم الإعتماد على عدد من المناهج والأساليب أهمها منهج التحليل المكاني إعتماداً على نماذج (HEC-1, HEC-HMS, HEC-RAS) ضمن حزمة برنامج (WMS) (Water Modeling System)، نموذج الهيئة الأمريكية لصيانة وحفظ التربة (SCS_ CN) Soil Conservation Service والنماذج الهيدرولوجية الملحقة بنظام النمذجة الهيدرولوجية (WMS) منها النموذج الهيدرولوجي (HEC-1 &HEC-HMS) النموذج الهيدروليكي (HEC-RAS). كما تم الإعتماد على عدد من الخرائط الطبوغرافية والجيولوجية مختلفة المقاييس بالإضافة إلى المرئيات الفضائية ذات الدقة المكانية المختلفة.

تناول البحث عدة محاور تضمنت الملامح الجيولوجية لحوض أم ضلفة، وخصائصه المورفومترية وشبكة تصريفه، مع الإشارة إلى الخصائص الهيدرولوجية، ومعاملات نموذج صيانة التربة (SCS - CN)، وكمية المياه المتوقع سقوطها والموازنة الهيدرولوجية لها، وأخيراً خصائص مياه السيول بالمنطقة بإستخدام منظومة (WMS).

الكلمات المفتاحية:-تقنيات الجيوماتكس Geomatics Techniques، نظم المعلومات الجغرافية GIS، النمذجة الهيدرولوجية (WMS)، النموذج الهيدرولوجي HEC-HMS , النموذج الهيدروليكي HEC-RAS، وادى أم ضلفة.

& المجال المكاني:-

يمتد حوض وادى أم ضلفة بصحراء مصر الشرقية ؛ فلكياً عند تقاطع خط طول (E 40' 33°) مع دائرة عرض (N 27°)، ليغطي مساحة 547.58 كم^2 ، جغرافياً يقع إلى الجنوب من مدينة الغردقة بنحو 5 كم حيث وادى فالق السهل، وجنوباً وادى أم كباش ومدينة سفاجا على بعد 61 كم، ويطل على ساحل البحر الأحمر الغربي من جهة الشرق، وغرباً على سلسلة مرتفعات جبال البحر الأحمر وكلاً من حوض وادى بيلي و قنا، ليمتد على شكل شريط ساحلي بطول 13.5 كم تقريباً، متخذ شكلاً عمودياً على الساحل الغربي للبحر الأحمر يقطعه الطريق الساحلي سفاجا - الغردقة – رأس غارب. شكل (1).



المصدر: إعداد الباحث إعتماداً على المرئية الفضائية Landsat ETM 2019 والخرائط الطبوغرافية 50000:1 بإستخدام Arc GIS v 10.8

شكل (1) موقع حوض وادى أم ضلفة بصحراء مصر الشرقية

& مشكلة الدراسة:-

في سياق التغلب على ظاهرة الشح المائي كان موضوع البحث لحصاد مياه السيول بحوض وادي أم ضلفة، بالتزامن مع ما تشهده العلوم الجغرافية من تقنيات خاصة في مجال الجيوماتكس Geomatics وما توفره من إمكانيات جديده مستعينة بالصور الجوية والمرئيات الفضائية والخرائط

وبرامج المعالجة والتحليل لذا كان السؤال ماهي الخصائص الجيولوجية والمورفومترية والهيدرولوجية لحوض أم ضلفة وروافده؟

وما هو دور تقنيات الجيوماتكس والنمذجة الهيدرولوجية (WMS) في ذلك ؟

& أهداف الدراسة:-

1. أهمية التحولات المعاصرة في نمذجة مخاطر السيول وتطبيق تقنيات الجيوماتكس خاصة نماذج (HEC-1, HEC-HMS, HEC-RES) ضمن حزمة النماذج التشغيلية لبرنامج النمذجة الهيدرولوجية (WMS) في الدراسات الهيدرولوجية للسيول والفيضانات
2. تحديد تدفق الذروة وحساب منحنى الهيدروجرافات بإستخدام النموذج الهيدرولوجي (HEC-HMS).
3. تحديد عمق وسرعة المياه بالنموذج ثنائي الأبعاد بإستخدام النمذجة الهيدروليكية (HEC-RAS).
4. تقدير حساب كميات مياه السيول ومعدلات تدفقها إعتماداً على طريقة (Unit Hydrograph SCS) وحساب عمق الأمطار لفترات رجوع مختلفة (5، 10، 20، 50،25، 100)عام.

& الدراسات السابقة:-

- **دراسة عبد الكريم – الدوسري فبراير 2019**: التكامل بين نظم المعلومات الجغرافية (GIS) والنمذجة الهيدرولوجية والهيدرولوجية (HEC-HMS, HEC-RAS) عند تقدير مخاطر الفيضان المحتملة بالمناطق العمرانية مخاطر سيول وادى سمين المؤثر على مدينة أملج بمنطقة تبوك، مركز البحوث الجغرافية والكارتوجرافية قسم الجغرافيا – كلية الآداب جامعة المنوفية – المؤتمر الجغرافي الثاني (التنمية المستدامة في الوطن العربي بين الإمكانيات وطموحات الشعوب) وأشار فيه إلى أهمية تطوير نموذج ثنائي الأبعاد لحساب سرعة وعمق إنتشار فيضان وادى سمين المؤثر على مدينة إملج وخطره.
- **دراسة الكيالي،** منى عبدالرحمن **- عبد الحميد،** صبحى عبدالحميد **فبراير 2029** : أخطار السيول بإستخدام النمذجة المكانية بحوض وادى غدير البحر الأحمر، مصر مجلة مركز البحوث الجغرافية والكارتوجرافية العدد 27 وتناولت فيه النمذجة المكانية الهيدرولوجية وتقدير تدفق الجريان السيلى بحوض وادى غدير البحر الأحمر بمصر و تأثيره على التنمية المستدامة .

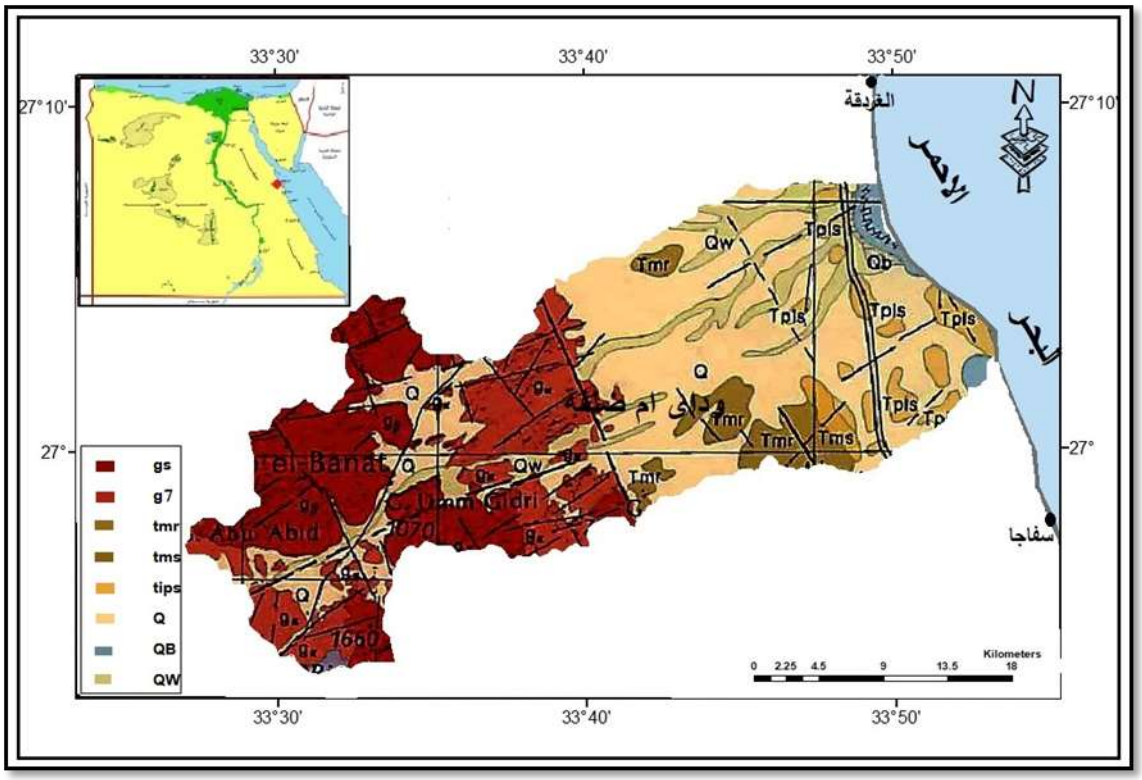
- **دراسة الكومي،** عبد الرازق بسيوني **2022:** النمذجة الهيدرولوجية لحوض وادى إيمو بالصحراء الشرقية بإستخدام نموذج HMS-HEC دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية، مجلة كلية الآداب والعلوم الإجتماعية، جامعة الفيوم، مجـ 14 العدد2. واشار فيها لدراسة وتحليل الجريان المائي بحوض وادى إيمو وتطبيق النمذجة الهيدرولوجية (Watershed) Modeling System (WMS.
- **دراسة Surman,1993: :** Estimation Of the TR-55 Model to Storm ii) Arid Climate Cass Study: Upper Tabbalah, The Kingdom Of Saudi (Arabia) وتناول فيها طريقة تقدير ذروة الجريان السيلى في حوض وادى تبالة .

& منهجية واساليب الدراسة:- من أهم **المناهج** : منهج التحليل المكاني إعتماداً على نماذج (HEC-1, HEC-HMS, HEC-RAS) ضمن حزمة برنامج (Water Modeling System) تحت مظلة تقنيات الجيوماتكس Geomatics، بغرض حساب الخصائص المورفومترية والمورفولوجية للحوض وشبكة التصريف، حساب منحنيات الهيدروجراف وتقدير حجم كمية مياه السيول ومعدلات تدفقها وخصائصها الهيدرولوجية بالإعتماد على طريقة (Unit SCS Hydrograph) بالإضافة لإستخدام النموذج الهيدروليكي (HEC-RAS) ونظم المعلومات الجغرافية (GIS) لتحديد عمق وسرعة الجريان السطحي، المنهج التطبيقي المعاصر المعتمد على تقنيات الجيوماتكس وبرامجها المتصلة بنظم المعلومات الجغرافية والإستشعار عن بعد، بالإضافة للمنهج البارومتري المهتم بلغة الأرقام في تصنيف المعادلات والتحليلات الإحصائية لرصد التغيرات.

- من أهم **الأساليب**: الأسلوب الكمي المتمثل في إستخدام بعض البرامج والنماذج الإحصائية في الجيومورفولوجيا لتقييم نشأة الظاهرات وتطورها خاصة فيما يتعلق بالجانب المورفومتري والهيدرولوجي لأحواض التصريف وشبكة روافدها وإنحداراتها كبرنامج SPSS ، والأسلوب الوصفي المستخدم في وصف الظاهرات وأحجامها وأشكالها خاصة التي لم يتم قياس أبعادها، الأسلوب الكارتوجرافى بغرض تحويل البيانات الرقمية من المرئيات الفضائية والدراسة الميدانية إلى خرائط وأشكال بيانية يسهل فهمها وتحليلها وعقد المقارنات فيما بينها من خلال تقنيات الجيوماتكس وما تضم من برامج معالجة وتحليل والمساهمة في إنتاج خرائط وأشكال بإستخدام عدد من أدوات التحليل Analysis Tools مثل التحليل الطبقي Overlay Analysis والتحليل ثلاثي الأبعاد 3D Analysis وتحليل رصد التغير Change Detection وتحليلات الجوار Proximity Analysis.

المحور الأول الملامح الجيولوجية لوادى ام ضلفة

تشير الخرائط الجيولوجية والدراسات السابقة إلى تنوع تكوينات المنطقة الجيولوجي؛ ما بين تكوينات صخور القاعدة بحقبة الحياه القديمة، وتكوينات حقب الحياه الحديثة؛ لتشمل تكوينات الزمن الثالث والرابع خلال المليون سنه الأخيرة التي يمكن تصويرها على أنها كتله فقرية عظمى أو نواه طولية كبرى تؤلف سلسلة جبال البحر الأحمر تحف بطول الصحراء الشرقية وتدور حولها مجموعه من الرسوبيات التي تزداد حداثة كلما بعدت عنها (حمدان، 1980، ص 456). شكل (2) جدول (1).



المصدر: اعداد الباحث من لوحة القصير الجيولوجية مقياس 500000:1 عام 1987 بإستخدام Arc Gis V10.8

شكل (2) التكوينات الجيولوجية بحوض وادى أم ضلفة بصحراء مصر الشرقية

جدول (1) التكوينات الجيولوجية بحوض وادى ام ضلفة بصحراء مصر الشرقية

الحقبة	الزمن	العصر	التكوين	الرمز	المساحة كم^2	%
الحياه الحديثة Tertiary	الرابع Quaternary	الهولوسين Holocene	رواسب الوادي	QW	38.85	7.09
			تشكيل السبخات الطمى والطين	Qb	1.589	0.29
			تشكيل ترسبات الاودية الرباعي	Q	211.59	38.64
	الثالث Tertiary	الميوسين Miocene	تشكيل شقراء	TPIS	20.38	3.74
			تشكيل أم غيج	TMS	5.216	0.95
			تشكيل أم مهره	TMR	28.265	5.16
الحياه القديمة Paleozoic	الاول Premiere		جرانيتيه غير مشوه قلوية الفلسبار	g_7	123.498	22.55
			جرانيتيه مشوه ضعيفة الفلسبار	g_s	118.192	21.58
-	-		المجموع	547.58		100

المصدر: خريطة مصر الجيولوجية , شركة كونكو كورال مقياس 500000:1 عام 1987 باستخدام Arc Gis V10.8

من خلال الشكل (2) والجدول (1) نجد تنوع التكوينات الجيولوجية بحوض أم ضلفة على النحو التالي:-

- التكوينات الجرانيتية غير المشوهة (g7): قلوية الفلسبار المنتمية للعصر الأول بحقبة الحياه القديمة المكون من معادن البيوتيت والهورنبلند الجرانيتي والنيس Elakkad, MK.& (ELRmly, M.f., 1990, p23) ذات لون أحمر أو وردي لوفرة الفلسبار المختلط برواسب الغبار الهيماتيتى (محمد، 2011، ص5)، تتسم بكبر حجمها النسبي ومقاومتها لعوامل التجوية، تنتابها الفواصل والشقوق، شكلت 123.498 كم^2 بنسبة 22.55% من مساحة المنطقة .

- التكوينات الجرانيتية المشوهة (gs): ضعيفة التكوين ضعيفة الفلسبار، المنتمية للعصر الاول بحقبة الحياه القديمة، قليلة الكلسية ضئيلة العمق، محتويه على صخور الديوريت والبلاجيوكلاز والكوارتز والهورنبلند والبيوتيت ذات التجمع الحلبى رمادي اللون او الوردي لتأثير العمليات الجيومورفولوجية عليها ، شكلت 118.192 كم^2 بنسبة 21.58 % من مساحة المنطقة .

- رواسب أم مهرة (Tmr):هي مزيج من الصخور الرسوبية الجيرية والطفلية والرملية المنتمية لعصر الميوسين بالزمن الثالث بحقب الحياه الحديثة ، يتضمن أحافير تساعد في دراسة

تاريخ الحياة القديمة، وغنية بالموارد الطبيعية كالنفط والغاز، يشكل 28.265 كم^2 بنسبة 5.16% من مساحة المنطقة.

- رواسب أم غيج (Tms): من الصخور الرسوبية من الحجر الجيري والطفل ، يعود إلى العصر الميوسين بالزمن الثالث بحقب الحياه الحديثة، يحتوي على أحافير تعكس البيئة البحرية القديمة التي سادت المنطقة، ويتميز بتنوعه الجيولوجي، شكل 5.216كم^2 بنسبة 0.95% من مساحة المنطقة.

- رواسب شقراء (Tpls): أحد التشكيلات الجيولوجية الرسوبية المنتمية لعصر الميوسين بالزمن الثالث بحقب الحياه الحديثة مكونه من الحجر الرملي الجيري والطفل الغنية بالأحافير البحرية قديماً ، يعد مصدرًا محتملاً للموارد الطبيعية كالنفط والغاز، شكل 20.38 كم^2 بنسبة 3.74% من مساحة المنطقة.

- رواسب الأودية الرباعي (Q): يشير إلى الرسوبيات التي تكونت خلال العصر الرباعي (الفترة الجيولوجية التي بدأت قبل حوالي 2.6 مليون سنة وحتى الوقت الحاضر) المكونة من مواد الرمل والطمي والحصى، والتي تم نقلها بواسطة المياه الجارية في الأودية، لذا تتنوع تكويناته المعدنية، نتيجة التغيرات المناخية والنشاط الهيدرولوجي، وترجع اهميته الى كون طبقاته خزاناً جوفياً للمياه العذبة مع ارتفاع درجة خصوبة تربته الصالحة للزراعة، اما الجيولوجيا فتساعد مكوناته في دراسة التغيرات المناخية والبيئية عبر الزمن، تشكل 211.59 كم^2 بنسبة 38.64% من مساحة المنطقة.

- رواسب السبخات (Qb): تعود لعصر الهولوسين بالزمن الرابع بحقبة الحياه الحديثة، تنتشر حيث تتجمع المياه المالحة أو القلوية بالأجزاء المنخفضة؛ نتيجة معدلات البخر المرتفعة مع إنخفاض مستويات المياه الجوفية، وبالتالي تجمع الأملاح ككلوريد الصوديوم وكبريتات المغنيسيوم، تنمو بها النباتات الملحية، ما يجعلها موطنًا للعديد من الأنواع البيئية الفريدة، تشكل 1.589 كم^2 بنسبة 029% من مساحة المنطقة.

- رواسب الوادي (Qw): التي تعود للزمن الرابع بحقبة الحياه الحديثة ، مكونة من الجلاميد والحصى والرواسب الرملية قليلة السمك، تظهر في الأجراء العليا من الاودية، يزداد سمكها باتجاه المراوح الفيضية والكتل الصخرية المنفصلة من جوانب المنحدرات (أبوريه، 2007، ص30)، بالإضافة لمخاريط الهشيم، وتتألف مصاطب وقيعان الوادي من رواسب كلسية الأصل

من الطمى والطين ونسب ضئيلة من إرسابات الحديد المتدرجة نقلتها المياه، شكل 38.85 كم^2 بنسبة 7.09% من مساحة المنطقة.

المصدر: إعداد الباحث إعتماداً على الدراسة الميدانية في 2023/3/7 ناظراً صوب الجنوب

صورة (1) الصدوع ودورها في تقطيع وانفصال الكتل الصخرية بوادي أم ضلفة

انتابت تلك التكوينات مجموعه من الصدوع بالتزامن مع تكون أخدود البحر الأحمر وما أعقبه من عمليات جيومورفولوجية؛ فغلب عليها المحور الشمالي الغربي - الجنوبي الشرقي، ساعدت في تحديد مناطق الخطورة على الإستقرار والتنمية، بالإضافة لدورها في تقطيع وإنفصال مرتفعات البحر الأحمر بما إشتملت عليه من نظم بنيوية تشكل ملامحها الجيومورفولوجية ، ودورها في التأثير على الجريان من خلال التسرب وإنعكاسها على شكل الحوض وانحدار السطح واتصال مجاريه (هشام، 2015، ص64). صورة (1).

المحور الثانى الخصائص المورفومترية لحوض ام ضلفة وروافده

يحظى تحليل الخصائص المورفومترية Morphometric Analysis لأحواض وشبكات التصريف المائية بقدر من الأهمية في الدراسات الجيومورفولوجية والهيدرولوجية؛ فهي تعطى صورة متكاملة عن الأحواض المائية بأدق تفاصيلها من خلال تطبيق مجموعه من القوانين والمعادلات الإحصائية (الصبابحة - زيتون، 2018، ص211)، وتتنوع تلك الخصائص لتضم مجموعة من القياسات الهندسية لحدود الحوض المائي لوادي أم ضلفة، فتحديد بالبعد الجغرافي له وما ينحدر إليه من روافد تعمل على تغذيته بالمياه كوحده مساحية متكاملة لها خصائصها وضوابطها التي تطفى عليها طابع مميز، لذا تستخدم الخصائص المورفومترية في تقييم آلية تغذية وتصريف المياه والوقت اللازم لذلك من خلال:-

1. مجموعة القياسات الهندسية للحوض (Geometric Group Of Measures):

تعرف بخصائص هندسة الحوض لما تعكسه من عوامل وعمليات جيومورفولوجية مارست نشاطها داخل الحوض ساهمت في تشكيل معالمه وابعاده بالمنطقة (المغازي، 2015، ص54)، من خلالها يمكن الاشارة الى أربعة متغيرات أساسية تضم (المساحة A- الطول L– العرض W- المحيط P). جدول (2).

جدول(2) مجموعة القياسات المورفومترية الهندسية لحوض تصريف وادى أم ضلفة

الفئة / الحوض	المساحة A كم^2	المحيط P كم	المحيط النسبي كم	الطول L كم	متوسط العرض W كم
وداي ام ضلفة	547.58	145.44	3.76	41.27	13.27

المصدر: إعداد الباحث إعتماداً على نموذج الإرتفاع الرقمي دقة 30م بإستخدام WMS + Excel + ArcGis.v.10.8

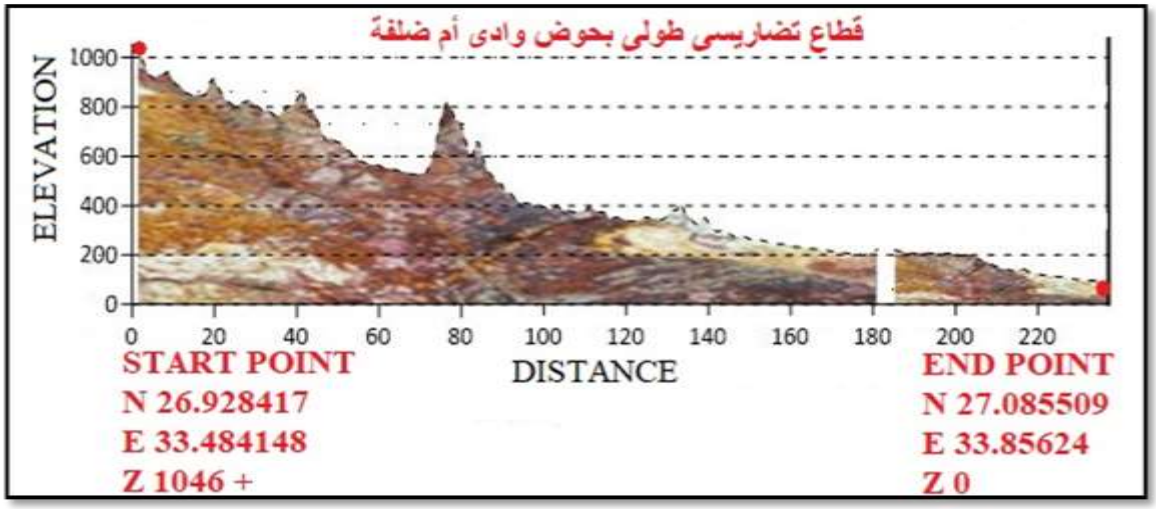
- **مساحة الحوض Basin Area:** وهو الحيز المكاني الذي تتم فيه العمليات الجيومورفولوجية من نحت ونقل وترسيب، فهي المجال الذي يتطور داخله نظام شبكة التصريف السطحي من خلال أعداد المجاري وأطوالها وكمية التصريف وكثافته، فكلما ذادت مساحة الحوض ذاد معدل ما يستقبله من أشكال التساقط وبالتالي إحتمالية حدوث فيضان مع تساوى المتغيرات (عاشور، 1983، ص469)، سجلت مساحة حوض وادى ام ضلفة بمنطقة الغردقة بصحراء مصر الشرقية نحو 547.58 كم^2.

طول الحوض Basin Length: يعبر عن مسافة الخط المستقيم الواصل ما بين نقطة المصب وأبعد نقطة على محيط الوادي موازياً المجرى الرئيسي له، فهو من ابرز المتغيرات المورفومترية التي ترتبط بالكثير من الخصائص الجيومورفولوجية والمناخية والجيولوجية السائدة بالحوض، سجل طول حوض أم ضلفة بمنطقة الغردقة بصحراء مصر الشرقية نحو 41.27 كم . جدول(3) شكل(3).

جدول (3) إحداثيات القطاع التضاريسي بحوض أم ضلفة

م	sector	Starting point		End point		أقصى إرتفاع م	أقل إرتفاع م	طول القطاع كم
		N	E	N	E			
1	ام ضلفة	26.928417	33.484148	27.085509	33.85624	1046	0	41.27

المصدر من اعداد الطالب إعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي دقة 30 م بإستخدام برنامج Arc Gis v 10.8



المصدر: إعداد الباحث إعتماداً على نموذج الإرتفاع الرقمي دقة 30م بإستخدام WMS + ArcGis.v.10.8

شكل(3) القطاع التضاريسي الطولي لحوض وادى ام ضلفة

متوسط العرض **Basins Width :** ويعبر عن المسافة المستقيمة العرضية ما بين أبعد نقطتين على محيط الحوض ، ورغم أهمية هذا البعد في التعرف على ملامح الحوض وأبعاده المساحية؛ إلا أنه لا يمكن الإعتماد على قياس واحد لأبعد نقطتين نتيجة لإختلاف أشكال الأحواض وكثرة تعرجاتها المحيطية، فزيادة اتساع الحوض على جانبي محوره يجعله يقترب من

الشكل المستدير، وإتساعه من جه واحدة يجعله أقرب إلى المثلث، أما في حالة إتساعه من جهتين متقابلتين فيبدو كالشكل البيضوي مؤثراً بذلك على الخصائص الهيدرولوجية له (سلوم, 2012, ص402)، سجل حوض أم ضلفة متوسط عرض 13.27 كم .

ومن خلال تطبيق المعادلة (الطول/العرض) التي تشير قيمها المرتفعة لميل شكل الحوض العام نحو الإستطالة والعكس، بلغت قيمتها 3.11 مما يؤكد ميل شكل الحوض نحو الإستطالة، نتيجة لتأثير الظروف المناخية والتراكيب الجيولوجية وتأثير العمليات الجيومورفولوجية على المنطقة.

- **محيط الأحواض** Basin Perimeter: يعرف بأنه طول خط تقسيم المياه بين حوض محدد وما يجاوره من أحواض، وله أهميته فى حساب العديد من المعاملات المورفومتريه التى تعبر عن أشكال الأحواض وتصنيفاتها كالإستدارة والإستطالة (جودة– دسوقى– تراب– مرغنى- مصطفى، 1991، ص293)، فضلاً عن إستخدامه فى التعبير عن العلاقة الطردية مع المساحة فكلما ذادت مساحة الحوض ذاد طول محيطة (عبد الحسين، 2012، ص218)، سجل محيط حوض أم ضلفة 145.44 كم ، وهذا ما يفسر طبيعة العلاقة الطردية بين المحيط ومساحة وعرض حوض التصريف، وهو ما يتفق ايضاً مع مقدار المحيط النسبي البالغ 3.76 كم.

2. مجموعة القياسات الشكلية للحوض Basin Shape :-

تعد من أهم معايير تصنيف أحواض التصريف ودراسة أشكلها النسبية ، ومعرفة المدة الزمنية اللازمة لوصول السيل إلى مصبه، وبالتالي تقدير مدى خطورته على ما يعترض مجراه من ظاهرات بشرية (خضر، 1997، ص236)، فالأحواض التي تتشابه في خصائصها الشكلية؛ لابد وأن تتماثل في خصائصها الجيومورفولوجية وما تعرضت له من عمليات (أبوريه، 2007، ص47)، بالإضافة لتأثير الشكل المباشر على إمكانية تغذية الخزان الجوفي بالمياه فالأحواض المستطيلة أو شبه المستطيلة تتصف بإنتظام تصريفها رغم قلة مياهها لقصر روافدها، أما الأحواض التي تميل للإستدارة ترتفع بها كمية المياه عند مصباتها ومن ثم تصل للمنطقة المركزية نحو المصب في آن واحد (صالح، 1989، ص35). جدول (4).

جدول (4) الخصائص المورفومترية الشكلية لأبعاد لحوض تصريف وادى ام ضلفة

المعامل / الحوض	معدل الاستدارة CR	معدل الاستطالة ER	معامل الشكل SF	الطول/ متوسط العرض
وداي ام ضلفة	0.32	0.64	0.32	3.11

المصدر :اعداد الباحث اعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي دقة 30م باستخدام WMS + Excel + ArcGis.v.10.8

- إستدارة الحوض **Basin Circularity :-**

وتعرف بنسبة تماسك المساحة؛ فهو معياراً كمياً تتراوح قيمه بين (0-1) معبراً عن مدى إقتراب أو إبتعاد الحوض عن الشكل الدائري؛ فالقيم المرتفعة التي تقترب من الواحد الصحيح تشير إلى الشكل الدائري وطبيعة الصخور المتجانسة وقدرتها على مقاومة التعرية ودلالتها الهيدرولوجية في سرعة وصول المياه أثناء العاصفة المطرية إلى المصب وسيادة عمليات النحت الراسي بمجاريها (جودة– دسوقى– تراب– مرغنى- مصطفى، 1991، ص318)، أما في حالة إبتعاد الحوض عن الشكل الدائري تنخفض قيمه عن الواحد الصحيح وتقترب من الصفر مشيره لعمر الحوض وتقدم دورته النحاتية وعدم إنتظام خطوط تقسيمه وتعرجها وزيادة أطوال مجاريه وتباعدها (موسي، 2000، ص80) ونتيجة لإختلاف نوع الصخور ما يساعد على إبتعاده عن الشكل الدائري وإقترابه من الشكل المستطيل (الكيالي، 1979، ص142)، وتم رصده بالمعادلة :

نسبة الاستدارة = (4 ط x مساحة الحوض) / (محيط الحوض)^2 (**Gregory and Wailing, 1975,p.51**)

سجل معدل الإستدارة بالمنطقة 0.23 ما يشير إلى الشكل شبه الدائري لصخوره المتجانسة وقدرتها على مقاومة التعرية وسيادة النحت الرأسي، ودلالتها الهيدرولوجية في سرعة مياه العاصفة المطرية إلى المصب

- **إستطالة الحوض Basin Elongation :-**

لطبيعة الشكل المورفولوجى المستطيل دلالته في حركة الجريان بداخل الاحواض الجافة، حيث يرتبط به شبكات التصريف الأكثر انتظاماً في توزيعها المكاني والزماني عند مقارنته بالأحواض المستديرة الشكل، اذ يستغرق الجريان المائي للوصول الى المصب من روافد المجرى الرئيسي والافرع وقتاً أطول من المستديرة ما يسمح بارتفاع معدلات التسرب والبخر(كليو, 1998, ص62)، ويمكن حساب معامل الاستطالة بقسمة قطر الدائرة المساوي لمساحة الحوض على أقصى طول

للحوض (كم)، وكلما إقتربت القيمة الناتجة من الصفر كان الحوض أقترب لشكل المستطيل والعكس (عبدالمنعم، 2016، ص95). وذلك بتطبيق المعادلة:

$$\text{نسبة الإستطالة} = 2X \frac{\sqrt{\text{ط÷ مساحة الحوض (كم٢)}}}{\text{طول الحوض (كم)}}$$

بالتعويض
ط = ٣,١٤
مساحة الحوض = A
طول الحوض = L
(Gregory, K.J. & Walling. D.E., 1973)

سجل معامل الاستطالة لحوض ام ضلفة 0.64 نتيجة الحركات التكتونية وتوابعها من فواصل وشقوق بسبب تأثرها بفعل الصدوع وتكوين أخدود البحر الاحمر، ما ينذر بحدوث جريان سيلي سريع يزيد من نشاط عمليات التعرية، وحركة الجريان.

معامل الشكل Form factor :

ويعبر هذا المصطلح عن مدى تناسق الشكل العام لجوانب الحوض ويتم حسابه بتطبيق المعادلة:

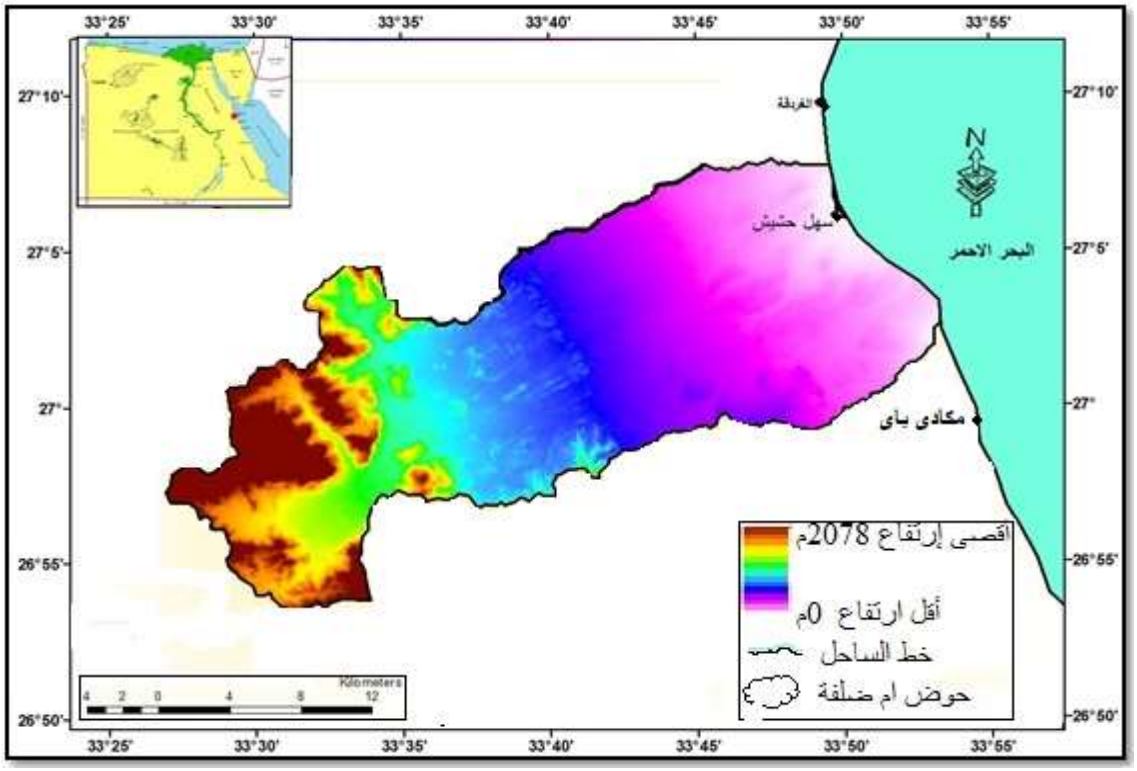
معامل الشكل = (مساحة الحوض) كم/ (طول الحوض)^2 كم **(Horton, 1932, p.353)**

فكلما إقترب الناتج من الواحد الصحيح كان الشكل متناسقاً والعكس في حالة إنخفاض القيم؛ إذ تدل قيمه المرتفعة لمدى إقتراب الحوض من الشكل المربع والعكس؛ إذ يظهر بصورة مثلث قد نما أحد طرفية على حساب الأخر (عاشور، تراب، 1991، ص319)، وقد سجل معامل الشكل لحوض أم ضلفة 0.23 لتناسق جوانبه النسبي نتيجة لعملية النحت التراجعي وما به من صدوع ساعدت على تنسيق حوافه.

3. مجموعة القياسات الطبوغرافية للحوض Topographical Characteristics Of Drainage Basins

هي أحد معايير تحديد المرحلة العمرية للنظم النهرية في رحلتها النحاتية نتاج التطور الجيومورفولوجي والإختلافات التركيبية لها، وتعرف بالملامح التضاريسية التي تصف العلاقة بين إنحدار السطح ومعدلات النحت به وحركة المياه والرواسب، فقلة معدلات التضرس تؤثر على كمية وحجم الرواسب بالأجزاء العليا والعكس، فالأحواض شديدة الإنحدار تعمل على ضبط وقت وقمة الجريان.

جدول(5) شكل (4)



المصدر: إعداد الطالب إعتماداً على نموذج الإرتفاع الرقمي دقة 30م بإستخدام Arc GIS v 10.8

شكل (4) إرتفاعات مناسيب حوض وادى أم ضلفة بصحراء مصر الشرقية

جدول (5) مجموعة القياسات المورفومترية الطبوغرافية لحوض تصريف ام ضلفة

المعامل / الحوض	متوسط المناسيب E	التضاريس القصوى R	التضاريس النسبية	قيمة الوعورة RN	الرقم الجيومترى	التكامل الهيبسومترى	التضرس النسبي S
وادي ام ضلفة	1037.5	2081	14.31	5.62	0.39	0.26	50.42

المصدر : اعداد الطالب إعتماداً على نموذج الارتفاع الرقمي دقة 30م باستخدام WMS + Excel + ArcGis.v.10.8

متوسط مناسيب الحوض Average levels of Drainage Basin:-

تعتبر المناسيب احد المؤشرات للدلالة على الملامح الطبوغرافية والتضاريسية المعبرة عن نشاط العوامل والعمليات الجيومورفولوجية والهيدرولوجية لأى منطقة ، تم الاعتماد على تقنيات الجيوماتكس في تحليل خصائص الحوض المائية والتي أظهرت نتائج دقيقة، سجل متوسط مناسيب حوض أم ضلفة 1037.5م ، نتيجة لطبيعة صخوره الصلبة في الأجزاء العليا وضعف بنيتها في الأجزاء الدنيا وتأثرها الشديد بتكون أخدود البحر الأحمر وما أعقبه من حركات.

معدل التضرس Relief Ratio :

يعرف ايضاً بمعدل انحدار السطح ويقصد به نسبة ارتفاع الحوض الى اطول بعد به موازياً لخط تصريف المياه الرئيسي والذى يمكن حسابه بمعادلة (**Schumm**) التي نصها:

معدل التضرس = (تضاريس الحوض) م / (طول الحوض) كم (**Schumm,1956, p.612**).

سجل معدل التضرس الممثل لمعدل انحدار السطح بحوض وادى أم ضلفة 50.42 م/كم الذى يرجع إلى طبيعة تلك المنطقة جيولوجياً وتكويناتها الصخرية القاعدية وما تعرضت له من صدوع وفوالق اثرت على سطحها بالتزامن مع نشأت أخدود الأفريقي وموقعها بالنسبة لمرتفعات جبل شايب البنات أعلى مرتفعات جبال البحر الأحمر.

التضاريس النسبية Relative Relief :

تهتم التضاريس النسبية بدراسة العلاقة بين مؤشر قيم التضاريس القصوى ومحيط الحوض، بالمعادلة:

التضاريس النسبية = (تضاريس الحوض / محيط الحوض) x 100 **Miltin , (1957 , P.5).**

تشير القيم المنخفضة إلى ضعف مقاومه الصخور لنشاط التعرية، والعكس في حالة القيم المرتفعة، بالإضافة لإمكانية إرتفاع القيم بزيادة أعداد مجارى الرتبة الأولى والعكس، تدل انخفاض قيم التضاريس النسبية على زيادة متوسط أطوال المجاري (**Gregory&Walling,1973**)، ما تدل قيمها على العلاقة العكسية بينهما وبين درجة مقاومة الصخر لعوامل التعرية (جودة– دسوقى– تراب– مرغنى- مصطفى ،1991، ص324) ، سجل معدل التضاريس النسبية بمنطقة الدراسة 14.31 م/كم نتيجة لطبيعتها البنيوية والليثيولوجية والمناخية.

درجة الوعورة Ruggedness Value :

تهدف للتعرف على طبيعة العلاقة بين تضرس سطح الارض بداخل حوض التصريف وأطوال مجارية ومساحته، حيث تـزداد قيمه مـع زيادة كثافـة التصريف مـن ناحية، ومـع زيادة قـيم تضـرسه مـن ناحية أخـرى (أبـو العنيين، 1990 ص81) مما يصف تأثير الاودية في تقطيع السطح ، وتم حسابها بالمعادلة:

درجة الوعورة = (معدل تضاريس الحوض م X كثافة التصريف كم/كم^2) / 1000 (Strahler, 1958).

سجلت درجة وعورة حوض ام ضلفة 5.62°، نتيجة لإرتفاع معدلات التضرس وزيادة أعداد روافد المجاري بالنسبة للمساحة بتلك الأودية ويجعلها تعد من الأودية الخطرة أثناء حركة السيول.

الرقم الجيومترى Geometric Number :

وتعرف بالرقم الهندسي؛ لرصد العلاقة بين نسبة التضرس ودرجة الوعورة، وتقييم العلاقة فيما بين كثافة التصريف وتضاريس الحوض ودرجة انحداره، فتشير القيم المرتفعة الى الدورة النحاتية الجيومورفولوجية له وإرتفاع معدلات كثافة تصريفه والعكس (أبوريه، 2007، ص60)، تم حسابة بالمعادلة:

الرقم الهندسي = (درجة الوعورة) / (نسبة التضرس)
(Strahler,1958,P,296)

سجل الرقم الجيومترى لحوض أم ضلفة 0.39 وذلك نتيجة لإرتفاع معدلات التضرس وزيادة أعداد روافد المجاري بالنسبة للمساحة ما يجعله من الأودية الخطرة أثناء حركة السيول به.

التكامل الهيبسومترى Hypsometric Integral :-

يعد من أدق المعاملات المورفومترية؛ لتعبير عن المرحلة العمرية الجيومورفولوجية التي يمر بها حوض التصريف في دورته النحاتية، كمقياس زمنى مشيراً إلى طبيعة تكويناته الصخرية التي تعرضت أو مازالت تتعرض لعوامل وعمليات التعرية، حيث توجد علاقة طردية بين قيم التكامل الهيبسومترى والفترة الزمنية التي يقطعها الحوض في خلال دورة التعرية ، أمكن حسابه قيمته بالمعادلة:

التكامل الهيبسومترى = (مساحة الحوض) كم^2 / (التضاريس القصوى) م (Chorley, 1971)

وبتطبيق المعادلة سجل معامل التكامل الهيبسومترى لحوض ام ضلفة 0.26 ما يدل على أنه بمرحلة الشيخوخة النحاتية ، نتيجة لطبيعة تكويناته وما تعرضت له من عوامل وعمليات شكلت أنماط تصريفه.

نسبة إنحدار المجرى Stream Slope Ratio:

ويعرف بالتضرس النسبي؛ يعد المجرى الرئيسي الناقل الاساسي للماء لأى شبكة تصريف حيث تصب فيه كل الروافد ، فاذا كان انحداره كبيراً كان تصريفه سريعاً والعكس ما يتح الفرصة لإرتفاع منسوب المياه به ومن ثم نتج عنه فيضاناً أو سيلاً (ال سعود، 1436ه، ص17)، كما يؤثر على التعرية بزيادة الحفر الرأسي للمجاري بالمناطق شديدة الإنحدار بالتالي إرتفاع كميات الرواسب

المنقولة، وسرعة حركة المواد الناتجة من التعرية وعلى المسافة التي تقطعها من المرتفعات نحو المناطق الأقل إنحداراً وحتى ترسيبها، كما يرتبط الإنحدار بطول الحوض والمدى التضاريسي له، فيتزايد الإنحدار كلما إرتفع المدى التضاريسي وتقلص طول الحوض والعكس (البحيتي، 2020، ص20)، أمكن حسابه بالمعادلة:

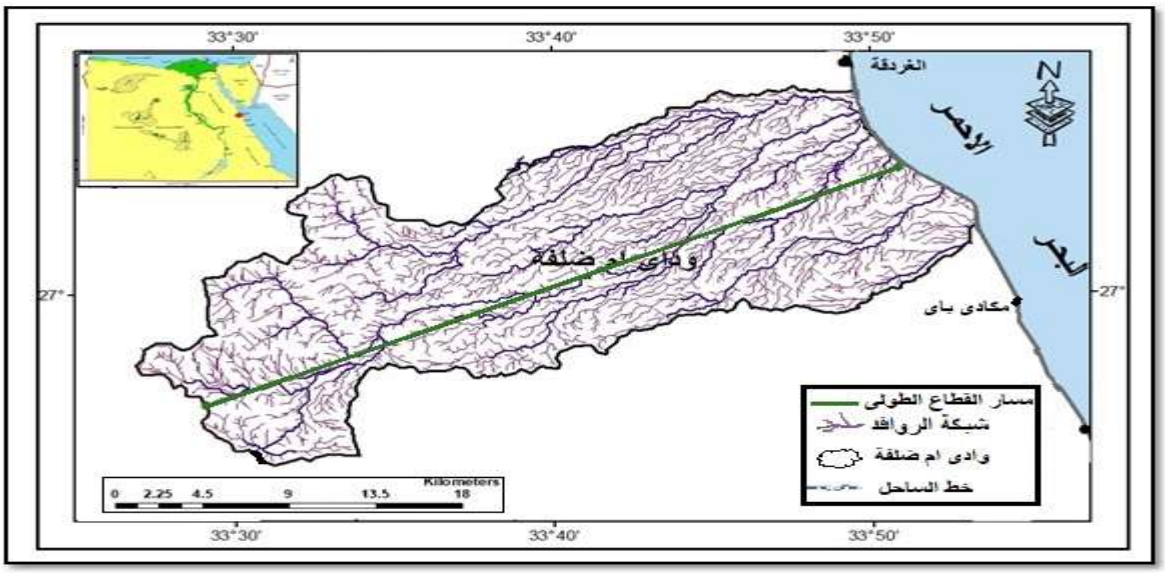
نسبة الانحدار(S) = فرق الإرتفاع (التضرس القصوى) / طول الرافد (**Schumm, 1954, p.217**)

تم قياس نسبة انحدار المجرى (التضرس النسبي) لحوض ام ضلفة بنسبة 50.42% مما يجعل من تصريفه سريعاً متأثراً بمرتفعات جبل شايب البنات بالمنطقة الجنوبية الغربية شديدة التضرس.

4. الخصائص المورفومترية لشبكة التصريف حوض أم ضلفة:-

تم دراسة عدداً من المعايير والاسس المورفومترية التي توضح شبكة التصريف لحوض ام ضلفة ، من خلال مواصفات ومقاييس تلك الروافد وطرق ترابطها واتصالها والتشكيلة النسيجية المكونة لشبكة تصريفها التي تعد نتاجاً لطبيعة بناءها الجيولوجي والمورفولوجى والهيدرولوجي، التي تؤثر بدورها على مخاطر السيول بالحوض، ويتم تحديدها بواسطة المعادلات الرياضية التي تم استخلاصها من مخرجات نموذج الارتفاعات الرقمية بإستخدام تطبيقات التحليل المكاني (البحيتي، 2020، ص4).

جدول (6) شكل (5).



المصدر :إعداد الباحث إعتماداً على نموذج الإرتفاع دقة 30م باستخدام **WMS + Excel + ArcGis.v.10.8**

شكل (5) شبكة التصريف بحوض ام ضلفة

جدول (6) مجموعة الخصائص المورفومترية لشبكة تصريف ام ضلفة

المعامل / حوض	طول المجاري TSL	اعداد المجاري TNS	مجـ تكرار المجاري SF	كثافة التصريف D	معدل النسيج TEX	بقاء المجرى CMM
ام ضلفة	1478.14	2954	5.39	2.70	20.27	0.37

المصدر: اعداد الباحث اعتمادا على المعادلات الهيدرولوجية وتحليل (DEM) بإستخدام WMS+ArcGis.v.10.8

مجـ أطوال المجاري Total Streams Length (TSL) :-

هو مصطلح يعبر عن أقصى طول للمجاري التي تصب في نفس الشبكة، المؤثر عبر عمليتي التبخر والتسرب في زيادة فرص ضياع مياه الجريان السطحي خلال جريانها تبعاً لطبيعة الإنحدار، فالطول الأقصى للمجاري يتناسب طردياً مع استطالة الحوض ومع زيادة تعرجات المجرى، وبالتالي يؤثر على زمني التركيز والإستجابة، بحيث يرتفع مع زيادة الطول الأقصى للمجاري والعكس صحيح فكلما ذاد طول المجرى ذاد معدل الوقت اللازم للرحلة والعكس في حالة المجاري القصيرة. تم قياس اطوال المجاري بطريقة آليه ببرنامج Arc GIs v10.8 ، سجل مجموع اطوال المجاري بحوض أم ضلفة 1478.14 كم.

عدد المجاري Total Streams Number :-

تتصف أحواض التصريف الجافة التي تضم عدداً كبيراً من المجاري بكفاءة التصريف، اذ تميل شبكة التصريف إلى زيادة أعداد مجاريها بالرتبة الأولى نتيجة لإزالة المواد المفككة بفعل رخات مياه الأمطار وتأثيرها على التربة، ولتعرف على أعداد وحساب مجارى المنطقة تم الإستعانة بتقنيات الجيوماتكس، حيث سجل حوض أم ضلفة 2954 مجرى، بما يتناسب مع مساحته وطبيعة تكويناته وإنحداره الشديد وتضرسه.

تكرارية المجاري Streams Frequency :-

من المعايير المورفومترية المعبره عن العلاقة الإرتباطية بين أعداد المجاري ومساحة الحوض، بالمعادلة

معدل تكرار المجرى = عدد المجاري بالحوض/ مساحة الحوض(كم^2) Horton, R.E,) (1945,P.285

فتشير قيم معدل التكرار المرتفعة الى كثرة المجاري مما يزيد من فرص التجمعات السيلية والعكس في حالة انخفاض تلك القيم سجل حوض ام ضلفة 5.39 مجرى /كم^2 نتيجة لزيادة اعداد المجاري به.

كثافة التصريف (DD) Drainage Density :-

هو أحد المعاملات المورفومترية المعبرة عن مدى تعرض سطح الحوض لعمليات النحت والتقطيع بالروافد وبالتالي القدرة على استنتاج ما قد يطرأ عليه من تغيرات مع ثبات الظروف المناخية واستمرارها (جبريل، 2018، ص122) ، فهي تعطى صورة عامة عن مدى صلابة الصخور والتكوينات الجيولوجية للحوض مع تحديد ملامح الظروف المناخية السائدة به (صالح، 1985، ص111)، واستخدم **Strahler** عام 1957 في دراسته للأحواض الجافة كثافة التصريف لتعبير عن مدى أطوال المجاري في وحدة مساحية محدده معتمداً على طريقة **Gregory& Walling** ، بالمعادلة :

كثافة التصريف = مجـ اطوال المجاري في الحوض (كم) / مساحة الحوض (كم^2) (Horton, 1932)

سجل معدل كثافة التصريف بالمنطقة 2.7 نتيجة لدور الإنكسارات والفوالق والصدوع التي أصابت سطح الحوض مع إنتشار التكوينات الرسوبية ذات النفاذية العالية إلى جانب طبيعة الموقع الجغرافي وتأثيره.

معدل النسيج الطبوغرافي Texture Ratio :-

ويعبر عن علاقة كلاً من مجموع أعداد المجاري وطول محيط الحوض، خلال قياس درجة تقارب تلك المجاري مع إهمال عامل الطول لها، وذلك للتعبير عن مدى تأثير نشاط المجاري بأعدادها وتشعبها على سطح الحوض ودرجة تقطعه، ولرصد ذلك تم تطبيق المعادلة:-

معدل النسيج الحوضي = مجـ أعداد مجارى الحوض/ طول محيط الحوض (Smith, 1950, P995)

سجل معدل النسيج الطبوغرافي لحوض أم ضلفة 20.27 مجرى /كم تميزت خلالها بنسيج غاية في الخشونة، نتيجة موقع المنطقة بالهضبة الشرقية لسلسلة جبال البحر الأحمر التي تتميز بشدة تقطعها بالمجاري ، وما تعرضت له من حركات تكتونية وعمليات جيومورفولوجية وظروف مناخية.

معدل بقاء المجرى (CMM) :-

وقد يطلق عليه أيضا ثابت بقاء المجرى أو مداومة المجرى؛ ويمثل هذا المتغير متوسط الوحدة المساحية اللازمة لتغذية الوحدة الطولية لمجاري الشبكة بالمياه. وتدل القيم المرتفعة للمعامل على زيادة المساحة الحوضية على حساب أطوال مجارى الشبكة، وبالتالي انخفاض كثافة التصريف والعكس صحيح فهو مقلوب جبري لكثافة التصريف (**Schumm, 1965, p.607**)، المعادلة التالية:

مداومة المجاري = مساحة الحوض (كم^2) / مجـ اطوال مجارى الحوض (كم) (Schumm , 1956)

وعلى ذلك كلما كانت قيمة معامل بقاء المجرى كبيره دل ذلك على كبر مساحة الحوض على حساب أطوال مجارية وبالتالي تقل كثافة التصريف به، وإن كانت هناك علاقة طردية بين معدل بقاء أو ثبات مجارى الحوض وإمكانية حدوث جريان سيلى إذ تشير القيم المرتفعة الى زيادة إحتمالية الجريان في الوادي والعكس ، فقد سجل معدل بقاء المجرى لوادي أم ضلفة 0.37 كم^2 / كم.

المحور الثالث الخصائص الهيدرولوجية لحوض التصريف وشبكته وروافده

تعتبر الخصائص الهيدرولوجية من أهم انعكاسات العوامل المناخية وخصائص أحواض التصريف المورفومترية، ومن العوامل الرئيسية المعبرة عن تحديد درجة الخطورة بها، وقد تعددت العوامل المتحكمة في زيادة سرعة حركة الماء في المجاري حتى وصولها للمصب ويأتي على رأسها السمات والخصائص المورفومترية، بتحليل تلك المتغيرات الهيدرولوجية وما يؤثر فيها من الخصائص واثارها في الميزانية الهيدرولوجية تم التطرق لها، من خلال النمذجة الهيدرولوجية والهيدروليكية للسيول بتقنيات الجيوماتكس (**Hydrological and Hydraulic Modeling Software for Floods**). جدول (7)

جدول (7) الخصائص الهيدرولوجية لحوض تصريف أم ضلفة

المعامل / حوض	سرعة المياه T (M^3/HR)	زمن التباطؤ TL(Min)	زمن التركيز TC(HR)	معدل التصريف M^3/Second	حجم التصريف Q (M^3/HR)	حجم الجريان FV (M^3)	زمن التصريف TD(HR)
وادى أم ضلفة	28.46	0.74	1.45	437.22	2316.66	741.91	1.72

المصدر: اعداد الباحث اعتمادا نموذج الارتفاع دقة 30 م بإستخدام M.S.Excel 2016+ ArcGis.v.10.8 WMS+

- سرعة المياه **T (M3/HR)):**

تعد من مؤشرات تحديد خطورة الجريان السيلي ؛ فكلما ذادت سرعة المياه زادت درجة الخطورة والعكس، ونظراً لصعوبة الحساب الفعلي لسرعة المياه عملياً ؛ تم الاستعانة بقانون سرعة الجسم المتحرك بالعادلة :

(T = L/TC) المصدر: (**Stephen,1999,p212**)

T = سرعة المياه (م/ث) L = طول الحوض (كم)

TC= زمن التركيز

سجلت سرعة المياه بحوض وادى ام ضلفة 28.46 م^3/ ساعة مشكله بذلك تهديداً وخطراً على كل ما بمجرى الوادي من مظاهر الاستقرار والنشاط البشرى المخالفة لمعدل الامان.

زمن التباطؤ (TL(Min:

يعبر عن الفترة الزمنية بين قمة منحنى المطر أثناء العاصفة المطيرة وقمة منحنى الجريان السطحي بالحوض (الكومي، 2022، ص123)، أو المدة الزمنية اللازمة لتشبع التربة بالمياه عقب هطول الأمطار حتى بداية جريانه داخل قنوات التصريف، والذى تنخفض قيمه نتيجة لشدة الإنحدار بالأحواض والعكس، ويتأثر بقدرة السطح على الإحتفاظ بالمياه، وتم حساب معدلاته بالنموذج (HEC HMS –) في بيئته (WMS) إعتماداً على نموذج هيئة صيانة التربة (SCS) المهتم بنوع التربة وطبيعة الغطاء النباتي السائد بالمعادلة:

(TL = K1 (A0.3/ SA √DD)

TL = زمن التباطؤ Dd = كثافة التصريف A0.3 = مساحة الحوض
Sa = متوسط الانحدار

K1 = معامل ثابت للأسطح (0.4 الصخرية و0.25 الرملية والحصوية) المصدر: (خضر، 1997، ص360)

سجل زمن التباطؤ للمنطقة 0.74 دقيقة في حين تصل مساحته 547.58 كم^2 بكثافة تصريفية وصلت 2.7 كم/كم^2 ومعدل انحدار 50.42 مما يشير إلى مدى الخطورة الناجمة عن حدوث سيول بهذا الحوض على مظاهر الإستقرار والأنشطة البشرية بمصبه نظراً لسرعة التوالد السيلى.

زمن التركيز (TC) Concentration Time:

زمن الاستجابة؛ أحد متغيرات التنبؤ بمدى إستجابة الحوض لسقوط الأمطار معبراً عن الفترة الزمنية اللازمة لتجمع وانتقال المياه المتساقطة على السطح من أبعد نقطة على محيطه إلى مصبه حيث النقطة المطلوب حساب التدفق عندها، مما يفيد في انشاء محطات الإنذار المبكر(شعبان، 2005، ص35)، ويتأثر زمن التركيز بكثير من العوامل الطبيعية السائدة بالحوض خاصة كمية هطول الأمطار ونسبة الإنحدار ودرجة النفاذية والفاقد، فقد أستخدمت المعادلة (Kirpich's Equation) لحسابه:

TC = 0.06628 (60* L0.77/SB0.385)

TC = زمن التركيز/ الدقيقة 0.06628 = معامل ثابت L =
طول المجرى الرئيسي (كم) (SB) = انحدار سطح الحوض (م/م) (0.77 -0.38) أسس معاملات ثابته لخصائص الحوض (الصخرية – النباتية – التضاريسية).

سجل زمن التركيز بحوض أم ضلفة 1.45 ساعة نتيجة لتأثير عامل الإنحدار ومساحة الحوض وخصائصه التضاريسية وما يستقبله من كميات تساقط، وهو ناقوس إنذار مبكر للخطر وعملية الإخلاء وتقليل الخطر.

معدل التصريف (D):

ويعد مؤشراً للدلالة على كمية المياه التي يمكن أن يصرفها الحوض أثناء الجريان نتيجة لطبيعة العاصفة المطيرة التي تعرض لها ، و تم حسابه وفقاً للمعادلة: **D= 1.5 x (A0.9)**

D = معدل التصريف(م^3/ث) 1.5 = معامل ثابت A = مساحة الحوض (كم2) (مركز التنمية والتخطيط، 1983، ص 77)

وبتطبيق المعادلة السابقة تبين أن معدل التصريف بالمنطقة سجل 437.22 م^3/ث، بالرغم من تعدد النظريات التي إعتبرت أن المطر يسقط بشكل منتظم وبكثافة واحدة على جميع أنحاء الحوض وأن كل أجزاء الحوض تضيف إلى حجم التصريف المائي، قدراً معيناً بشكل ثابت في كل مرة تسقط فيها الأمطار وهو إعتبار لا يتحقق إلا في الأحواض التي تقل مساحتها عن 200 كم^2.

حجم التصريف Peak Discharge:

ويقصد به حجم الماء الذى يمر في مساحة (كم^2/ث) (مرزوق، 2017، ص558)، وتوجد العديد من المعادلات التي تقدر حجم التصريف؛ غير أنها في الغالب تعتمد في تقديرها على مساحة الحوض دون الأخذ في الإعتبار المساحة الفعلية التي يمكن أن تغطيها العاصفة المطيرة، فمن النادر أن تغطي العاصفة المطيرة مساحة الحوض بالكامل على جميع روافده؛ لذا فحساب حجم التصريف أمراً تقديراً نتيجة لتباين سقوط المطر بالأحواض جافة المناخ ، كما أن طبيعة أمطارها موضعية (**Spotty Rain**)ناتجة عن سحابة تغطى مساحة محددة، من النادر أن تكون موزعة توزيعاً منتظماً فوق كل مساحة الحوض فقد يسقط المطر على جزء من سطحه ولا يسقط على جزء مجاور له (شاور، 2000، ص19) تم حسابه بالمعادلة:

Q = 99 X A0.5

Q = حجم التصريف (م^3/س) 99 = معامل ثابت A = مساحة الحوض (كم^2)
(Cooke.et al. 1982. p239)

سجل حجم التصريف لحوض وادى أم ضلفة 2316.66 م^3 /ث نتيجة لطبيعة الخصائص الجيومترية والمورفومترية له مع ما يتعرض له من عاصفه مطيرة متباينة السقوط على كامل مساحة الحوض.

حجم الجريان (VF):

يعبر عن كمية المياه المارة بشبكة تصريف الحوض عند زيادة كمية الأمطار الساقطة عن كمية الفاقد أثناء العاصفة المطيرة وتوافر فائض بالمياه واتاحة الفرصة لبدء الجريان (شعبان، 2005،

ص32)، ويقاس بالألف م^3، وعليه يمكن قياس مدى خطورة الأودية بما تجلبه من مياه فكلما ذاد حجم الجريان ذادت خطورة الحوض والعكس (الوداعائى، 2007، ص107)، تم حسابه بالمعادلة:

$$VF = 1.5x\ LT$$

VF = حجم الجريان (م^3) 1.5 = معامل ثابت LT = مجموع اطوال مجارى الحوض(كم)

سجل حجم جريان المياه المعبر عن كمية المياه المارة بشبكة روافد تصريف حوض وادى أم ضلفة الزائدة عن كمية الفاقد أثناء العاصفة المطيرة الساقطة 741.91 ألف م^3.

زمن التصريف (TD):

ويعبر عن الفترة الزمنية اللازمة لتصريف إجمالي كمية مياه الأمطار المتساقطة علي الحوض من المنبع حتى المصب، ولصعوبة قياس هذا الزمن أثناء حدوث السيل تم الإعتماد على المعادلة:-

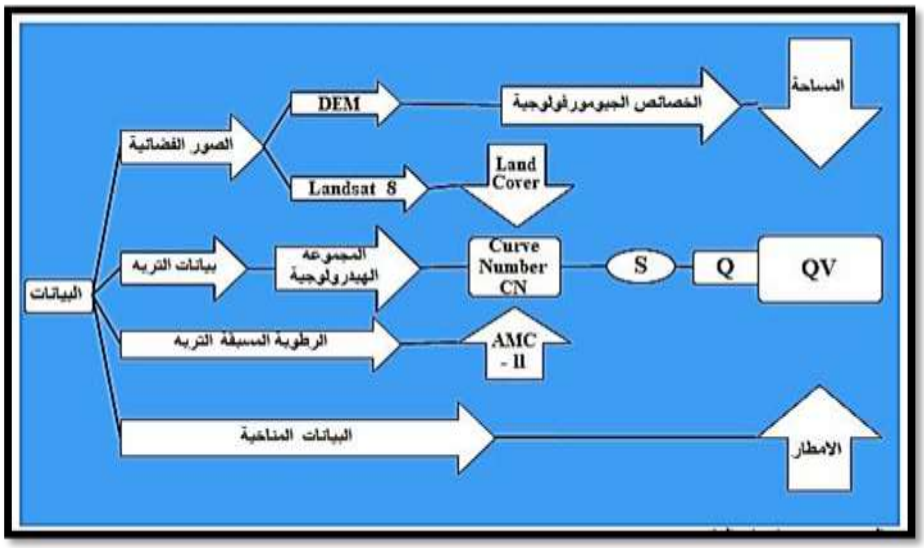
$$TD = (0.305\ L)1.15\ /7700(H)0.305\ X\ 0.38$$

TD= زمن التصريف (بالساعة) (0.38 و 7700 و0.305) = معامل ثابت L= طول المجرى الرئيسي H = الفرق بين اعلى واقل منسوب بالحوض (السلاوي، 1989، ص102)

وقد سجل زمن تصريف حوض أم ضلفة لكمية مياه الأمطار المتساقطة من المنبع للمصب 1.88 ساعة.

المحور الرابع معاملات نموذج صيانه التربة (CN-SCS)

تم تطبيق المخطط الإنسيابي لتقدير حجم المعاملات الإحصائية الرياضية لنموذج إدارة صيانة وحفظ التربة الأمريكية (**SCS - CS**) على الأحواض خلال التساقط؛ إعتماداً على البيانات المناخية وخصائص التربة لتعرف على المجموعة الهيدرولوجية وحساب قيم المنحنى **CN ودرجة** الرطوبة المسبقة وفقاً لتحليل نماذج الإرتفاعات الرقمية والصور الفضائية (**DEM + Landsat 8**) لبيان الخصائص الجيومورفولوجية وإستخدامات الأرض. شكل(6)



المصدر: من اعداد الباحث

شكل (6) المخطط الإنسيابي لتقدير حجم الجريان السطحي وفق نموذج (**SCS**)

أمكن حساب سمك التربة المشبع بالمياه (S)، معامل الإستخلاص الأولى (LA) ، سمك الجريان السطحي (Q)، لحساب قيم حجم الجريان السطحي (QV). جدول (8)

جدول (8) معاملات نموذج إدارة صيانة التربة الأمريكية (**SCS-CN**) للأحواض خلال التساقط

المتغير / الأحواض	قيم المنحنى CN	سمك التربة المشبع مم (S)	معامل الإستخلاص الاولى مم (LA)	سمك الجريان السطحي م (Q)	حجم الجريان السطحي م^3 QV
ام ضلفة	81.2	58.81	17.16	1.72	941837.6

المصدر: إعداد الباحث إعتماداً على المعادلات الهيدرولوجية ونموذج الإرتفاع دقة 30م بإستخدام WMS + ArcGis.v.10.8

1- معامل قيم CN :-

تعد قيم (**Curve Number**) مؤشراً لمدى استجابة الحوض للجريان السطحي (صلاح – مياس، 2023، ص 120)، فهي تعكس حالة غطاءات الأرض وهيدرولوجية التربة، من حيث قدرتها على إمتصاص مياه الأمطار، معتمده على مجموعة من المعادلات الرياضية لما يتوفر من معلومات عن الغطاء الأرضي للمنطقة محل الدراسة.

من واقع قياسات (**SCS**) التي تتراوح قيمها بين (صفر- 100) (**USDA,1986,P.A2-1**)؛ تشير قيم (**CN**) المرتفعة إلى الأسطح الأقل **نفاذية** (**Impervious Surfaces**) الأكثر قدرة على توليد الجريان السطحي المرتفع والعكس في حالة القيم المنخفضة المقتربة من الصفر فتشير إلى الأسطح ذات النفاذية العالية (**Pervious Surfaces**) حيث تنخفض مقدرتها على توليد الجريان السطحي والإحتفاظ بما تستقبله من أشكال التساقط وبالتالي على التسريب، وتشير قيم التحليل الهيدرولوجي لمعامل **CN** التي سجلت 81.2^{o} الى ان سطحه اقل نفاذية (**Impervious Surfaces**) المعرضة لتوليد الجريان السطحي المرتفع وبالتالي فلديه الفرصة لتوليد الجريان السيلى السطحي وعدم القدرة على الاحتفاظ بالمياه.

2- حساب معامل إمكانية الإحتفاظ بالمياه (S):

المعروف بـ "سمك التربة المشبعة بالمياه" لتعبير عن الإمكانية القصوى لإحتفاظ التربة بالمياه أو الحالة التشبعية لها بعد الجريان السطحي" وتوقف التسرب"، ويتم حساب بالمعادلة:

$$S = (25400 / CN) - 254$$

المصدر: (حميد، 2016، ص350)

S = معامل إمكانية الإحتفاظ بالمياه CN = قيم المنحنى

254 = قيمة الوسيط للمعامل(S)

وبتطبيق المعادلة السابقة؛ سجلت قيمة معامل إمكانية الإحتفاظ بالماء إلى 58.81° فتشير القيم القريبة من الصفر إلى قلة معدلات إمكانية إحتفاظ التربة بالماء والعكس حيث يمثل الرقم (245) قيمة الوسيط للمعامل (**S**) فكلما ذادت قيمة (**S**) عن الوسيط تظهر إحتماليةالإحتفاظ بالماء وإرتفاع قيمة (**CN**) والعكس، تبعاً لنوع التربة ودرجة تشبعها بعد بدء الجريان ، وعليه يحدد مدى إرتفاع منسوب المياه المنسابة على السطح.

3- حساب معامل الإستخلاص الأولى: (La):-

أحد عناصر تقدير كمية الجريان السطحي؛ معبراً عن مقدار فاقد مياه الأمطار خلال التبخر أو التسرب أو ما يستهلكه النبات قبل بدء الجريان السطحي، بالإضافة لإرتباطه المباشر بخصائص التربة وتركيبها الليثيولوجى وغطاءات الاراض، تم الإعتماد في حسابه على النتائج المستخلصة من قيم معامل الإمكانية القصوى للإحتفاظ بالمياه (**S**)، فهو يعبر عن 1/5 قيمة التشبع ، وتشير قيمه المنخفضة التي تقترب من الصفر إلى قلة الفاقد من مياه الأمطار قبل بدء الجريان مما يساعد على سرعة بدء الجريان والعكس، تم حسابه بالمعادلة:- **La = 0.2 S**

المصدر: USDA, 1986, P.2-1

La = معامل الاستخلاص الأولى (مم) S = معامل إمكانية الاحتفاظ بالمياه (مم)
0.2 = ثابت المعامل

وبتطبيق المعادلة السابقة؛ أمكن تقدير حجم معامل الإستخلاص الأولى بالمنطقة 17.16 مم مما يشير إلى قلة معدلات الفاقد قبل بدء الجريان نتيجة لطبيعة الترية وعوامل الفاقد والتسرب .

4- سمك الجريان السطحي / مم(Q) :

يطلق عليه مصطلح (**Surface Runoff Depth**)، تعد قيم عمق الجريان السطحي لأحواض المنطقة (**Q**) إنعكاساً لخصائص التصريف السطحي وتتحكم بها معاملات سمك التربة المشبعة بالمياه (**S**) ومعامل الإستخلاص الأولى (**LA**) وكمية الامطار الساقطة، ولحساب قيم (**Q**) تم الإعتماد على قيم (**S**) ومعامل (**LA**) وقيم العاصفة المطيرة بإستخدام برنامج (**WMS**) بالتعويض في المعادلة :

Q = (P – La)2 / (P – La) + S

Q= عمق الجريان السطحي (مم) P= الامطار الساقطة (مم)
S = معامل إمكانية الاحتفاظ بالمياه (مم)

La= معامل الاستخلاص الاولي قبل بدء الجريان السطحي (مم)

المصدر: USDA, 1986, P.2-1

وبتطبيق المعادلة؛ سجلت قيم سمك الجريان السطحي لمنطقة الدراسة 1.72مم نتيجة لطبيعة الحوض و مدى إستجابتها للجريان عقب العاصفة المطرية، فالمتحكم الرئيسي في عمق وسمك الجريان قيمة معامل (**CN**) كمؤشر لمدى تفاعل موجه مطرية محددة مع خصائص الحوض المورفومترية وطبيعة التربة الليثيولوجية والهيدرولوجية ومدى مساميتها لذا يتوافق ارتفاع قيم عمق الجريان مع الاجزاء قليلة النفاذية والعكس بالأجزاء ذات المسامية العالية مع وجود غطاء نباتي كثيف.

5- **حجم الجريان السطحي /م^3(QV)**:

تستخدم في تحديد مواقع انشاء السدود والخزانات، اذ تعبر عن معدل الجريان السطحي الإنسيابي إلى المساحة الكلية للحوض، لتبرز مدى قدرته على إستيعاب حجم الجريان، وفقاً لحساب معدل حجم الجريان إعتمادًا على نموذج الإرتفاع الرقمي 30 م والخرائط الطبوغرافية مقياس 50000:1 بإستخدام برنامج **WMS +Arc Gis.v.10.8** ، فقد سجلت منطقة الدراسة 941837.6 م^3 نتيجة لتأثير عامل المساحة على معدل الجريان ومدى قدرة الحوض على إستيعاب حجز المياه وخواص تربته .

المحور الخامس كمية المياة المتوقع سقوطها والموازنة الهيدرولوجية لحوض ام ضلفة

يتسم المطر في المناطق الصحراوية بالندرة ونتيجة لتركزه في فترة زمنية محدودة تحدث السيول الهادرة، لذا فحجم كمية المياه الساقطة على أحواض التصريف يتوقف على مساحة الأحواض المستقبلة لها، ولحساب هذا الحجم تم الإعتماد على المساحة وأكبر كمية مطر سقطت في يوم واحد على محطة الغردقة، **ومن ثم** حساب كمية الفاقد والتي تشمل (كمية التسرب + كمية التبخر) بعد سقوط أول قطرة مطر على سطح الحوض، وبذلك يتم حساب صافى الجريان وتحديد مدى خطورة هذه الأحواض، فهناك علاقة طردية بين صافى الجريان بالأحواض وبين درجة خطورتها (السلاوي، 1989، ص296 -302). جدول ().

تم حساب أحجام المياه الساقطة بالمعادلة:

كمية المياه الساقطة = مساحة الحوض × أكبر كمية مطر سقطت في يوم واحد (خضر،1997، ص 406)

من خلال رصد أكبر كمية مطر سقطت على المنطقة في 30 ديسمبر 2010 والتي قدرت بنحو 66مم^3/ يوم وبتطبيق المعادلة تم حساب كمية المياه المتوقع سقوطها على حوض التصريف والتي قدرت بنحو 39140.64مم^3 ، قيم مرتفعة جداً ينتج عنها حدوث سيول خطيرة مهدده مناطق الإستقرار والتنمية.

يؤثر حجم الفاقد على الجريان من خلال عملية التبخر من أحواض التصريف وأوديتها أو التسرب إلى داخل طبقات التربة على حسب تركيباتها ونوعيتها وعمقها، وبالتالي كمية فائض التساقط التي تعبر عن الكمية المتبقية بعد هذه العمليات من خلال حساب قيم الفواقد المختلفة المتمثلة في مجموع التبخر خلال زمن الجريان والتسرب خلال زمن التباطؤ وقيم التسرب الثابتة، كما يمتد تأثيرهما إلى ما بعد بدء الجريان، من خلال تأثيرهما على إمكانية استمراره في الروافد ووصوله إلى الوادي الرئيسي أو عدم استمراره وانقطاعه، وان كانت هناك بعض العوامل الأخرى التي تتحكم في كلاً من التبخر والتسرب وتأثيرهما على كمية وسرعة الجريان (صالح، 1999، ص27)، ويمكن حساب بالمعادلة:

صافى الجريان = التساقط – الفواقد (هاشم، 2015، ص 206)

ومن أهم صور فقد التساقط التي تتم بالمنطقة مع إختلاف نسب كلاً منها على حسب درجة تأثيره ومدى ملائمة الظروف المساعدة في ذلك خلال فصول العام منها (تبخر المياه السطحية أثناء الجريان

السطحي بالمجاري المائية - تبخر المياه من الطبقة السطحية للتربة المشبعة بالماء- النتح **Evapotranspiration** من النباتات وأوراقها والتسرب **Infiltration** للتربة السطحية وتحت السطحية)، ولحساب حجم الفاقد لابد من:

- **رصد كميات التسرب :-**

هو تصريف الماء من سطح الأرض إلى داخل التربة من المسامات الموجودة في التربة وتقدر بـ (مم/ساعة) في ظروف معينة، فالتسرب يعبر عن معدل إمتصاص التربة للمياه، فطاقة التسرب هي مقدار التوازن بين معدل الإمداد بالمياه ومعدل إمتصاص التربة، فحينما تزيد هذه الكمية تفيض وتجرى فوق السطح (محسوب- راضي، 1989 ص61). جدول (9)

جدول (9) معدلات التسرب بحوض تصريف أم ضلفة

المعامل حوض	مساحة الحوض(كم^2)	زمن التباطؤ (الدقيقة)	التسرب خلال زمن التباطؤ (مم^3)	التسرب خلال زمن التصريف (مم^3)
وادى أم ضلفة	547.59	0.40	54.76	73.54

المصدر : اعتماداً على بيانات القياسات المورفومترية لأحواض التصريف والبيانات المناخية.

- **معدل التسرب خلال زمن التباطؤ** "التسرب الأولى": ويحدث مع بدء التساقط إلى أن تظهر المياه على سطح الحوض؛ حيث تنتشر رواسب الحصى والرمال الخشنة والطين بنسب متفاوتة، ويقدر بالمعادلة

معدل التسرب خلال زمن التباطؤ = مساحة الحوض كم^2 × زمن التباطؤ ×0.25 مم/دقيقة
(0.25 مم/دقيقة يمثل معدل التسرب بزمن التباطؤ)

(نور الدين، 2005 ص 64)

والذى قدر بنحو 54.76مم^3 متوافقاً مع طبيعة التركيب الجيولوجي وتربة المنطقة وكمية التساقط.

- **معدل التسرب خلال زمن التصريف:** ويقصد به عملية تسرب المياه إلى الطبقات السطحية وتحت السطحية خلال زمن التساقط وما تبعه خلال الجريان، وتتوقف قيم التسريب هذه على مساحة وطول وإنحدار الحوض ونوعية الصخور المكونة لسطحه وسرعة تدفق المياه وحركتها، وتم حسابه بالمعادلة:

معدل التسرب خلال زمن التصريف = مساحة الحوض كم^2 × زمن التصريف ×0.158 م^3/ ساعة

(0.158 م^3/دقيقة ثابت معدل التسرب بزمن التصريف) (مصطفى 2004، ص ،182).

والذى قدر بنحو 73.54 مم^3 متوافقاً مع الخصائص الهندسية والطبوغرافية والمورفولوجية للحوض.

- **التبخر(Evaporation):**

ويقصد بعملية التبخر هنا؛ ما يتم في أحواض التصريف واوديتها من تحول ذرات المياه من الحالة السائلة للغازية المتمثلة ببخار الماء وذلك كجزء اصيل من دورة حياة المياه في الطبيعة لضمان استمراريتها، إذ توفّر البحار والمحيطات نسبة 90% من رطوبة الغلاف الجوي خلال عملية التبخر، أما النسبة المتبقية فتسهم بها النباتات خلال عملية النتح (**Plant Transpiration**)، وتحدث عملية التبخر على مستوين أحدهما قبل بدء التساقط بطبقات الجو، والأخرى بعد بدء الجريان، ويؤدي إرتفاع معدل التبخر إلى زيادة كمية الفقد. جدول(10)

وتم حسابه بالمعادلات التالية:

التبخر خلال زمن التصريف = إجمالي التبخر في ساعة × زمن تصريف الحوض

إجمالي التبخر في اليوم = متوسط التبخر رصد المحطات × مساحة الحوض

(مصطفى، 2004، ص 182-184)

جدول (10) معدلات التبخر خلال زمن التصريف بحوض ام ضلفة.

المعامل / الحوض	التبخر بزمن التصريف مم^3	التبخر مم^3	التبخر اليومي مم^3	التبخر في الساعة/مم^3
وادى ام ضلفة	414.02	21.1	11554.15	481.42

المصدر :اعداد الباحث إعتماداً على بيانات القياسات المورفومترية لأحواض التصريف والبيانات المناخية.

وإعتماداً على تطبيق المعادلات السابقة بتقدير حجم التبخر خلال زمن التصريف بنحو 414.02 مم^3 فقد سجل 481.42 مم^3 /ساعة بإجمالي كمية تبخر تصل لنحو 11554.15مم^3

وعلى ذلك؛ بجمع معدلات التبخر خلال زمن التصريف 414,02مم^3 والتسرب خلال زمن التباطؤ 54.76مم^3 والتسرب خلال زمن التصريف 73.54مم^3 يصبح إجمالي معدل الفاقد بالحوض 542.3 مم^3.

- **صافى الجريان:-**

الكمية المتبقية من المياه بعد خصم فاقد عمليتي التبخر والتسرب من إجمالي كمية التساقط، اذ تشير زيادة كمية صافى الجريان إلى زيادة فرص حدوث الجريان السطحي السيلى ومن ثم تحديد مدى خطورته (صابر، 2007، ص111)، جدول (11)

ويتم حسابه بالمعادلة التالية: **صافى الجريان = إجمالي كمية التساقط – إجمالي كمية الفواقد**

جدول (11) صافى الجريان لحوض أم ضلفة.

المعامل / حوض	إجمالي التساقط (مم)	إجمالي الفاقد (مم^3)	صافى الجريان الف (مم^3)
وادى ام ضلفة	36140.94	542.3	35598.64

المصدر: إعداد الباحث اعتماداً على بيانات القياسات المورفومترية لأحواض التصريف والبيانات المناخية.

لذا؛ يصبح معدل صافى الجريان بحوض ام ضلفة نحو 35598.64 مم ^{3}، نتيجة الفرق بين قمة المطر وقمة الفواقد بالإضافة لإختلاف غزارة وطول فترة سقوط الأمطار مع معدلات التسرب، بالإضافة لكمية الفاقد من التبخر والتسرب وطبيعة الحوض المورفومترية والمورفولوجية وتكويناته الجيولوجية والتربة.

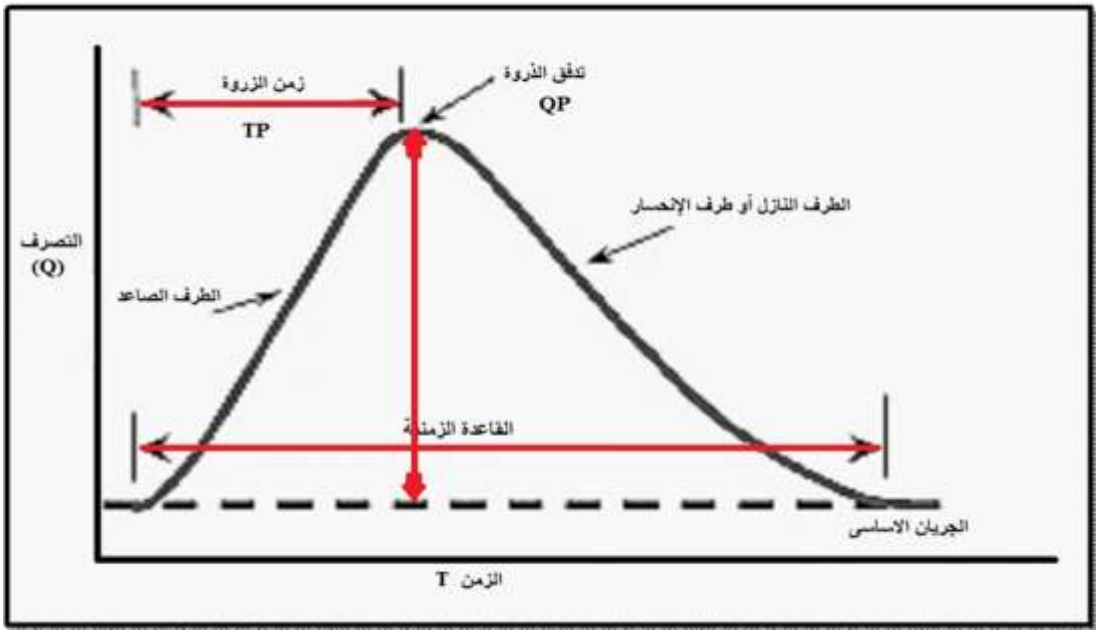
المحور السادس خصائص مياه السيول لحوض ام ضلفة بإستخدام (HEC-1) بمنظومة (WMS)

تعرف النماذج الهيدرولوجية بأنها تمثيل للنظم الهيدرولوجية بالطبيعة على أسس رياضية حسابية دقيقة (KITE G;PIETRONIRO,A,.1996)، بهدف محاكاة النظام الهيدرولوجي لحظة هطول الأمطار وحتى الوصول للمجاري، وبالتالي المساعدة في التنبؤ وحساب خصائص المنحنى الهيدروجرافى للأحواض بعد حساب الفواقد ورقم المنحنى، وقد إستخدمت نمذجة الأحواض المائية (**Watershed Modeling System**) لإحتوائها على العديد من النماذج الهيدرولوجية والهيدروليكية التشغيلية التي تم تطبيقها في البيئات الجافة مثل (**HEC-1، HEC-HMS، TR-55، Rational Method، GSSHA، HEC –RAS**)، وتم تطبيق النموذج الهيدرولوجي **(HEC- 1)** لقدرته على حساب منحنى الهيدروجراف بطرق متعددة، وإمكانيته لتقدير السيول عبر تكامل المساحة تحت المنحنى التكراري، مع توفيره لعدد من الطرق تمكن من حساب الهيدروغرافات كطريقة سنايدر والأمواج الكينماتيكية وحفظ التربة.(عبد الكريم، 2019، ص245).

تعتمد الحسابات الهيدرولوجية للعاصفة التصميمية على حصر كمية الأمطار من محطات الرصد أو الدراسات الميدانية لها، ثم إستخدام التحليل الإحصائي لنتائجها، لتحديد قيمة أقصى عمق مطر يومي للأزمنة التكرارية المختلفة بطريقة **Soil Conservation Service** (**SCS**) لتوزيعات العاصفة التصميمية (يفترض مدة العاصفة ٢٤ ساعة)، ثم إختيار توزيع **SCS – TYPE II** لمدى ملائتها للمناطق الجافة وشبه الجافة، وأن 60% من عمق المطر اليومي يسقط في أقل من ساعتين تقريباً والباقي يتم توزيعه خلال اليوم).

وحدة المنحنى الهيدروغرافى الخطي (SCS Unit Hydrograph):

هو مصطلح حساب الجريان السطحي الناتج عن صافي هطول الأمطار الفرعي من مخرجات الدراسات الهيدرولوجية وحساب هيدروجرافات السيول عند مخارج الأودية، مما يستلزم تحديد العلاقة بين المطر والتصرفات وخصائص الحوض على حدة لإستنباط هيدروجراف العاصفة التصميمة من خلال ما يعرف بـ هيدروجراف الوحدة **Unit Hydrograph** المعبر عن السيل الناتج عن حدوث مطر زائد عن فواقد التسرب بمقدار الوحدة (مم). شكل (7)



المصدر:- دليل تصميم منشآت الطرق، وزارة شؤون البلدية والقروية - المملكة العربية السعودية، 2019، ص 32)

شكل (7) عناصر مخطط الهيدروغراف المائي SCS – CN

تقدم **طريقة SCS** شكل قياسي يمثل نسبة التصرف إلى التصرف الأقصى (**q/Qp**) على محوره الرأسي مع نسبة الزمن إلى الزمن الأقصى (**t/tp**) على محوره الأفقي، ويفترض في هذا الشكل أن حوالي ثلث حجم السيل يحدث قبل الوصول لأقصى تصريف بينما الباقي يحدث بعد ذلك، مما يتطلب تحديد كلاً من زمن الوصول لأقصى تصرف **Tp** و أقصي تصرف **Qp** .

زمن الوصول لأقصى تصرف Qp = (مجموع زمن التأخير ونصف زمن التهاطل الفعال).

(Qp)=((2.8 A)/T_P)

أقصى تصرف QP = (2.08 مساحة الحوض A / زمن الوصول أقصى تصرف TP)

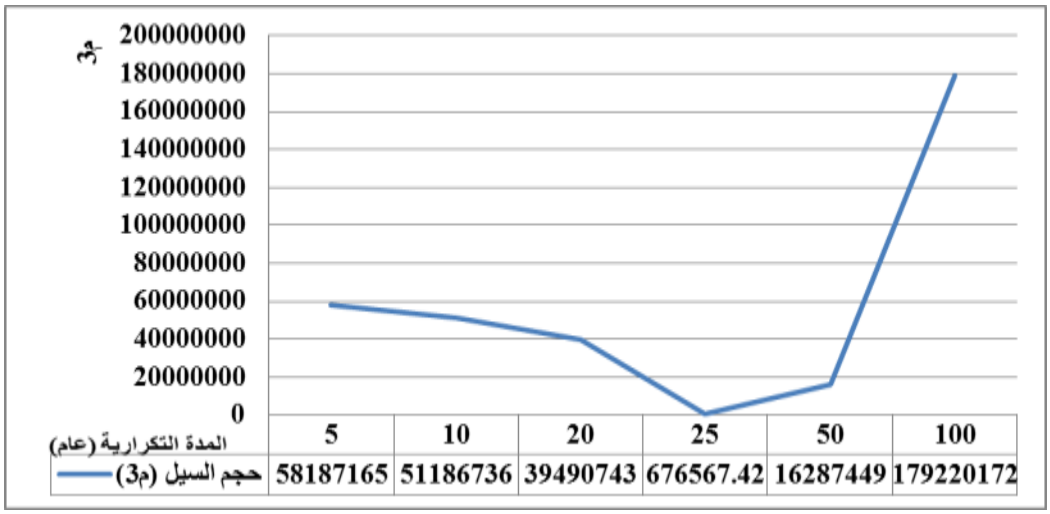
لذا؛ بهدف حساب خصائص السيل بتقدير لتدفق سيول حوض أم ضلفة للأزمنة التكرارية المختلفة؛ تم الإعتماد على نظام نمذجة الأحواض المائية بإستخدام (**HEC-1**) بداخل منظومة (**WMS**).

جدول(12)

جدول (12) خصائص مياه السيول لحوض تصريف وادى أم ضلفة بإستخدام (HEC-1) بداخل منظومة WMS

المتغيرات		5	10	20	25	50	100
أقصى تصريف (م^3/ث)		106242	199005.9	71980.09	759336.97	599169.8	232848.33
حجم السيل (م^3)		58187164.88	51186735.58	39490742.78	-676567.42	16287448.68	179220172.4
زمن الوصول (دقيقة)		915	915	915	915	917	918

المصدر: إعداد الطالب إعتماداً على نموذج الإرتفاع بدقة 30 م بإستخدام HEC-1 + WMS + ArcGis.v.10.8

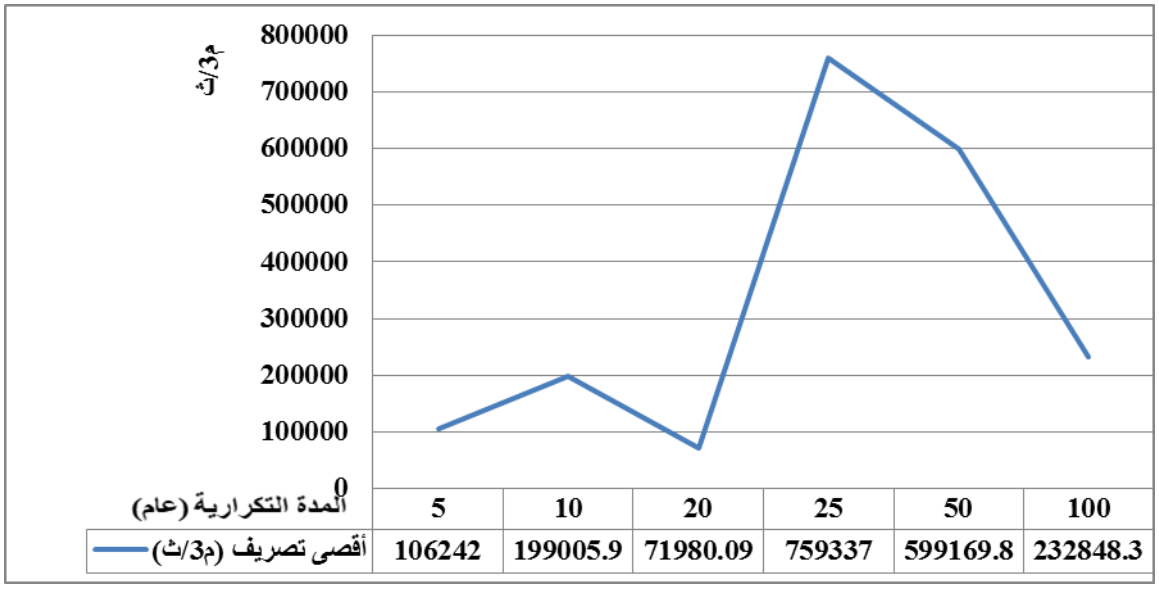


المصدر: إعداد الباحث إعتماداً على نموذج الإرتفاع بدقة 30 م بإستخدام HEC-1 + WMS + Arc Gis.v.10.8

شكل (8) حجم السيل (م^3) لحوض أم ضلفة خلال الازمنة التكرارية المختلفة (5، 10، 20، 25، 50، 100)عام

- من خلال تحليل بيانات الجدول (12) والشكل (8) :- تم تطبيق النموذج الرياضي بإستخدام العاصفة المصممة بمدة زمنية 24 ساعة وإستخراج التوزيع خلال الأزمنة التكرارية (5،10،20،25،50،100) ، وتبين من تحليل هيدروجراف مياه السيول للمنطقة؛ تباين حجم المياه داخل حوض أم ضلفة خلال فترات الرجوع المختلفة، فقد تراوح فيما بين 676567.42م^3 أدنى مستوياته خلال مدة تكرارية 25 عاماً وأقصاها 179220172م^3 خلال

مدة تكرارية مائة عام، بمتوسط العام 57508138.62 م^3 ، ومعامل إنحراف معياري 57890470.86 م^3، ومعامل إختلاف 100.6% مفسراً العلاقة بين مكونات الدورة الهيدرولوجية، وما يتعلق بالهطل المطري والجريان السطحي وكمية الفاقد ورقم المنحنى CN.



المصدر: إعداد الباحث إعتماداً على نموذج الإرتفاع الرقمي بدقة 30 م بإستخدام HEC-1 + ArcGis.v.10.8 + WMS

شكل (9) أقصى تصريف لحوض أم ضلفة خلال الأزمنة التكرارية (5، 10، 20، 25، 50، 100) عام

- من خلال تحليل بيانات الجدول (12) والشكل (9) : تم تطبيق النموذج الرياضي بإستخدام العاصفة المصممة بمدة زمنية 24 ساعة، وتبين من تحليل هيدروجراف مياه السيول لحساب أقصى تصريف لحوض أم ضلفة خلال الأزمنة التكرارية المختلفة(5، 10، 20، 25، 50، 100) عام ، تراوح فيما بين 71980.09 م^3/ث كحد أدنى خلال مدة تكرارية 20 عاماً وحد أقصى 759336.97 م^3/ث خلال مدة تكرارية 25 عاماً، سجل المتوسط 328097.18 م^3/ث، وانحراف معياري سجل 258199.1184 م^3/ث، ومعامل إختلاف 78.69 %؛ مما يفسر وحدة الخصائص المورفولوجية لزمن التركيز وزمن التأخير وطبيعة العوامل الهيدرولوجية المؤثرة في المنطقة، فثلث حجم السيل يحدث قبل الوصول لأقصي تصريف والجزء المتبقي يحدث بعد ذلك.

أما عن تحليل زمن الوصول لأقصى تصرفات لحوض أم ضلفة خلال الفترات التكرارية المختلفة (5، 10، 20، 25، 50، 100) عام، فقد سجل 915 دقيقة كحد أدنى ونحو 918 دقيقة كحد أقصى بمتوسط 916.5 دقيقة وذلك نظراً لطبيعة المنطقة المورفومتري والجيولوجي وما تتعرض له من عمليات.

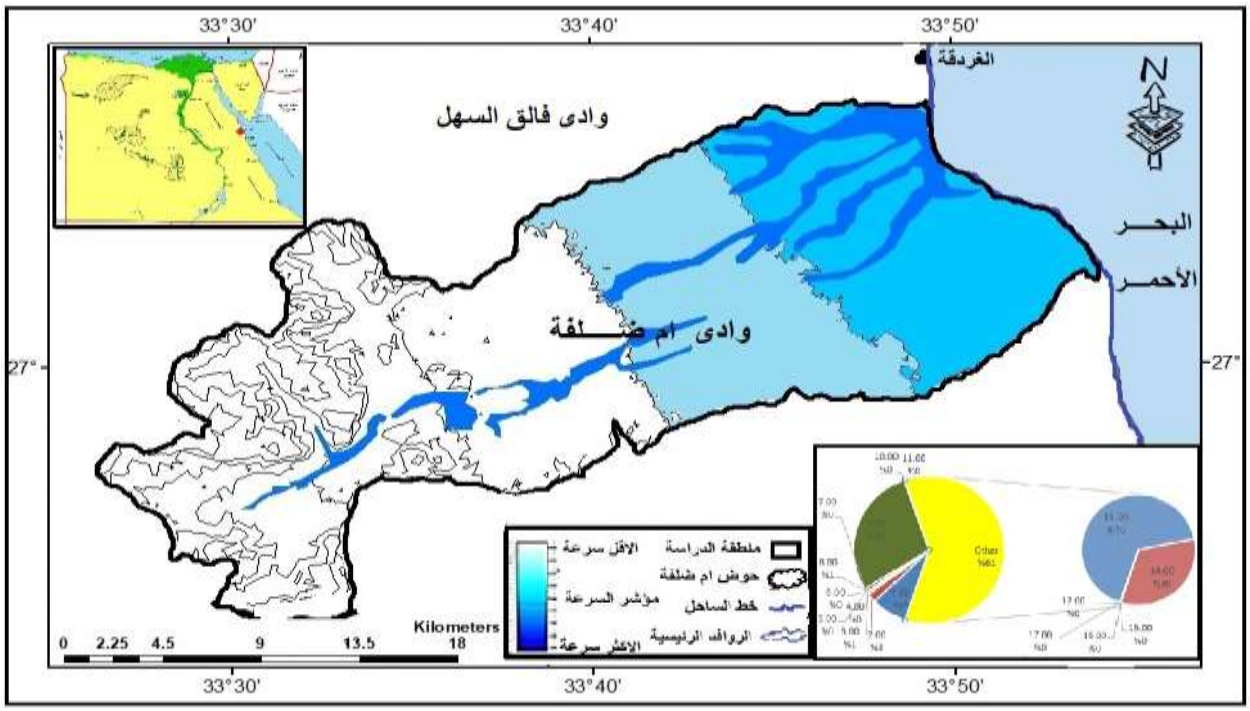
& تم الإعتماد على HEC- RAS لدراسة الأخطار الهيدرولوجية للجريان السيلى لوادي أم ضلفة :

من خلال تحليل خصائص حوض أم ضلفة ببيئة (HR) + (HEC-RAS 5.0.3) المتضمنة لعمق وسرعة وزمن التصريف والتباطؤ للمياه .جدول (13) شكل (10).

جدول (13) تحليل خصائص حوض أم ضلفة ببيئة (HR) + (HEC-RAS 5.0.3)

عمق مياه	2.22	المتوسط (MM)
سرعة المياه	19.44	(M3/HR)
زمن التصريف	1.88	(M3/HR)
زمن التباطؤ	0.74	(MIN)

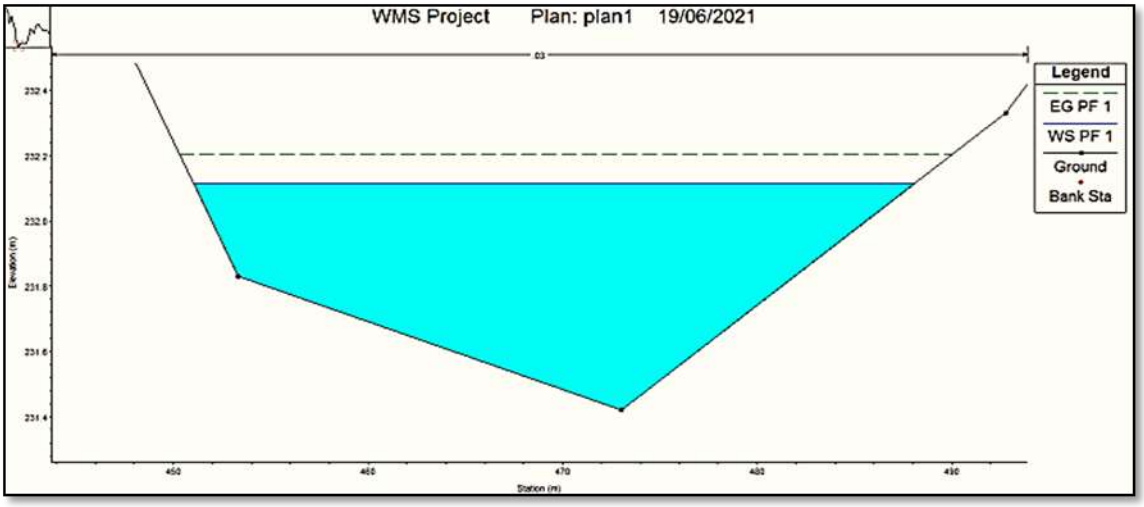
المصدر: اعداد الباحث طبقاً لتصنيف خصائص حوض وادى ام ضلفة بإستخدام (HEC-RAS 5.0.3) + (HR)



المصدر: إعداد الطالب إعتماداً على نموذج الارتفاع بدقة 30م بإستخدام WMS + HEC-RAS 5.0.3+ ArcGis.v.10.8

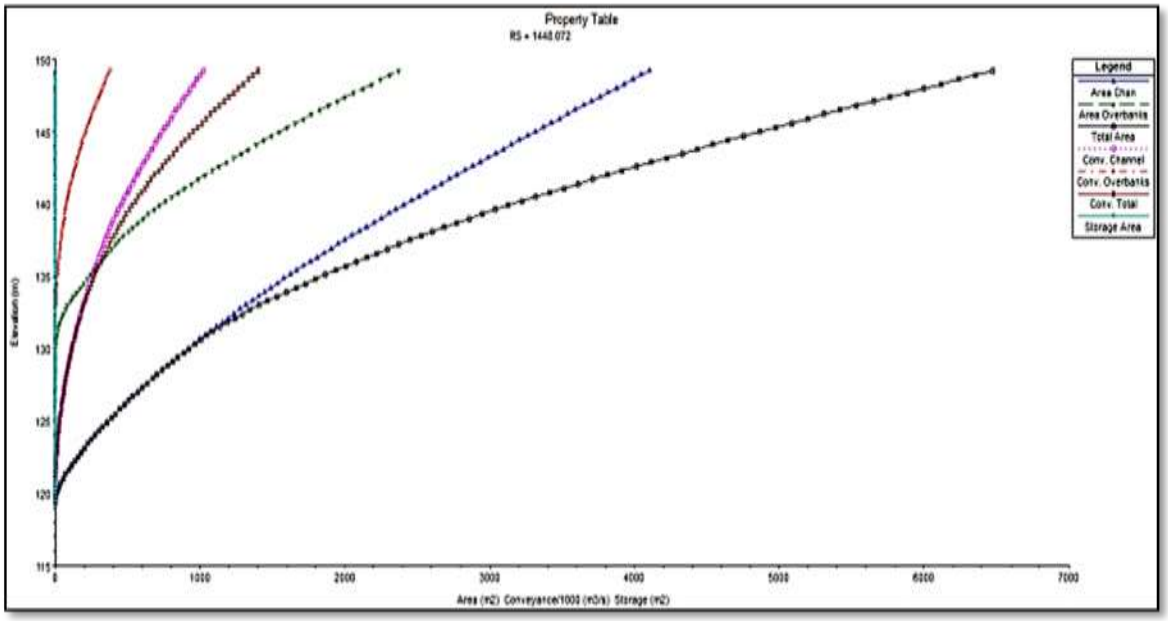
الشكل (10) خصائص حوض أم ضلفة ببرنامج (HR) + (HEC-RAS 5.0.3)

❖ خصائص عمق المياه بأحد القطاعات العرضية (Cross section) على طول مجرى حوض أم ضلفة وتم رصده من خلال نموذج الإرتفاع الرقمي دقة 30م باستخدام WMS + HEC-RAS ArcGis.v.10.8+. شكل (11)



المصدر: إعداد الطالب إعتماداً على النموذج الرقمي بدقة 30م بإستخدام WMS + HEC-RAS 5.0.3+ ArcGis.v.10.8

شكل (11) عمق المياه بالنموذج الهيدروليكي بقطاع عرضي لحوض أم ضلفة



المصدر: إعداد الطالب إعتماداً على النموذج الرقمي بدقة 30م بإستخدام WMS + HEC-RAS 5.0.3+ ArcGis.v.10.8

شكل (12) سرعة المياه بالنموذج الهيدروليكي بقطاع عرضي لحوض أم ضلفة

كذلك حساب درجة الخطورة داخل حوض منطقة الدراسة من خلال رصد لمستوى شدة الفيضان بمعدل (0.021م) وتقيم متغيراته على البشر (الاطفال المسنين كبار السن والمرض ..الخ) بنسبة 1.77 والتي اظهرت ان المنطقة تتعرض لدرجة خطر عالية على العمران ومناطق الزراعة والاستصلاح. جدول(14)

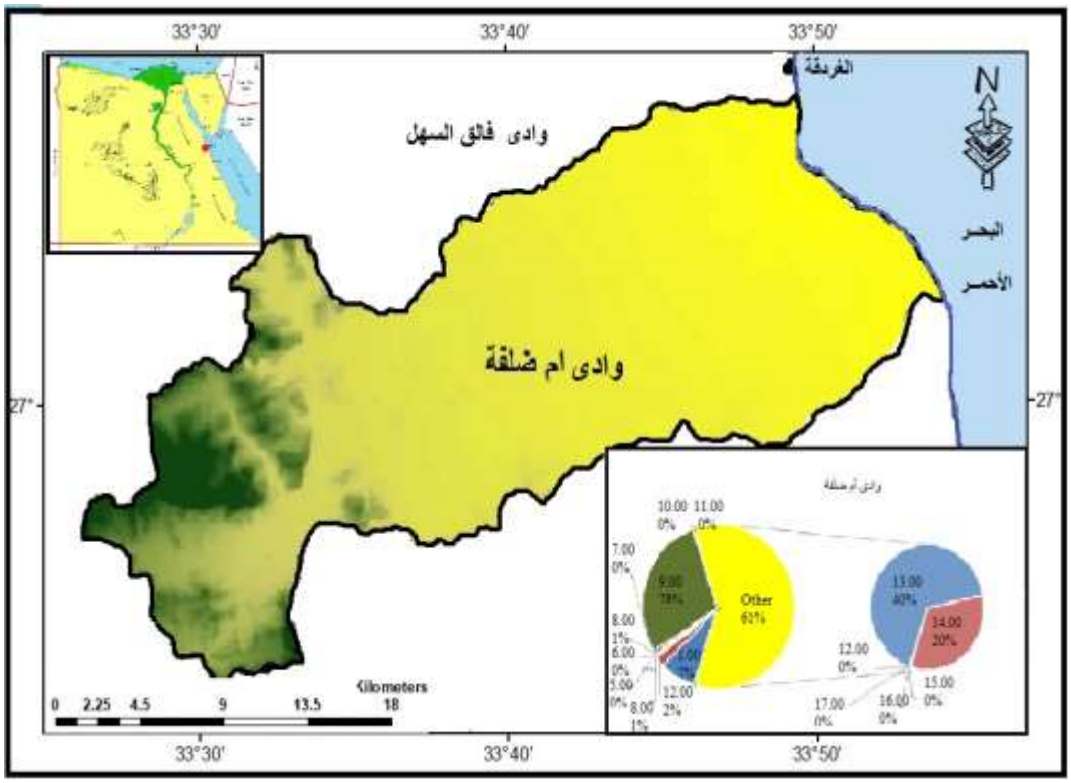
جدول (14) درجة الخطورة داخل حوض أم ضلفة

HR	**1.77**	**خطر على البعض (الأطفال والمسنين والمرضى)**
على البشر	-	LOW
مستوى شدة الفيضان	0.021 M	LOW
تقيم المتغيرات	يصنف حوض ام ضلفة على انه ذات درجة خطورة على العمران والزراعة	
تحديد المستوى العام	خطر درجة عالية	

المصدر: إعداد الطالب إعتماداً على تصنيف خصائص حوض وادى ام ضلفة بإستخدام (HEC-RAS 5.0.3) + (HR)

- القدرة التجمعية لشبكة المجاري المائية لحوض وادى ام ضلفة:

والذى قد تم رصده من خلال تحليل النموذج الهيدروليكي HEC-RAS للعاصفة المطيرة. شكل(4-15)



المصدر: إعداد الطالب إعتماداً على النموذج الرقمي بدقة 30م بإستخدام WMS + HEC-RAS 5.0.3+ ArcGis.v.10.8

شكل (13) تحليل النموذج الهيدروليكي HEC-RAS لـ(للعاصفة المطيرة لحوض أم ضلفة).

المصدر: اعداد الباحث اعتماداً على الدراسة الميدانية في 2023/3/22 ناظراً صوب الغرب

صورة (2) بئر مياه جوفية بحوض أم ضلفة

جدول (15) درجة خطورة الاحواض التصريف تبعاً للمعاملات المورفومترية وصافي الجريان

م	عامل الخطورة	ام ضلفة
1	المساحة	5
2	المحيط	5
3	الطول	5
4	متوسط العرض	5
5	الاستدارة	3.12
7	الاستطالة	3.7
8	الإنبعاج	1.58
9	التضرس النسبي	5
10	التضاريس القصوى	5
11	التضاريس النسبية	5
12	كثافة التصريف	2.08
13	درجة الوعورة	5
14	أعداد المجاري	5
15	أطوال المجاري	5
16	مجـ تكرار المجاري	3.04
17	بقاء مداومة المجرى	3.66
18	الكثافة النسبية	3.44
19	صافى الجريان (مم^3)	35598.64
	درجة الخطورة الكلية	70.62
	متوسط درجة الخطورة	3.92

المصدر : اعداد الباحث إعتماداً على نموذج الارتفاع دقة 30م بإستخدام WMS + Excel + ArcGis.v.10.8

من خلال تحليل بيانات الجدول (15) وإعتماداً على طريقة الشامي **لتصنيف أحواض التصريف طبقاً لإحتمالية تواجد المياه الجوفية والجريان السيلى من خلال المعاملات المورفومترية** من حيث الخصائص الطبيعية والمعاملات المورفومترية للأحواض التصريف بإستخدام (WMS)، التي بنيت على حساب (النسيج الطبوغرافي – كثافة التصريف - تكرارية المجاري – معدل التجمع – نسبة التضرس – درجات الانحدار)، بالإضافة الى إمكانية تحديد المناطق التي يمكن أن تصبح خزاناً طبيعياً للمياه الجوفية (Ahmed, R&Others,2013). تم تحديد مستوى الخطر بحوض ام ضلفة والذى قد سجل المتوسط العام 3.92°.

قائمة المصادر:-

1- **معهد بحوث الموارد المائية مايو 2013:** تأثير السيول على إحدى قرى سهل حشيش بالغردقة – محافظة البحر الأحمر – المركز القومي لبحوث المياه.

2- ـــــــــــــــــ **فبراير 2015**: إدارة مياه السيول بالبحر الأحمر – المركز القومي لبحوث المياه.

3- ـــــــــــــــــ **سبتمبر 2015:** دراسة حماية البنية الاساسية لمدينة الغردقة من اخطار السيول – المركز القومي لبحوث المياه – وزارة الموارد المائية والري.

4- **الهيئة العامة للأرصاد الجوية :** الإحصائيات المناخية "بيانات غير منشورة" الفترة (1991-2018).

5- **الهيئة العامة للتخطيط العمراني 2019:** المخطط الإستراتيجي لمحافظة البحر الأحمر الرؤية المستقبلية وإستراتيجية التنمية.

6- **الهيئة المصرية العامة للبترول 1987:** خرائط جيولوجية - لوحة القصير مقياس 1:500000.

7- **الهيئة المصرية العامة للمساحة 1989:** خرائط طبوغرافية - لوحة وادى ام ضلفة مقياس1:50000 .

8- **نموذج الارتفاع الرقمي** الذى تم انشاءه بالاعتماد على تقنيات الجيوماتكس (Arc +WMS Gis v.10.8) https://search.asf.alaska.edu/#/

& المراجع العربية والأجنبية:-

1. **أبوالعينين،** حسن سيد أحمد **1990:** حوض وادى دبا في دولة الإمارات العربية المتحدة – جغرافية طبيعية وأثرها في التنمية الزراعية – جامعة الكويت.
2. **أبوريه،** أحمد محمد **2007**: المنطقة الممتدة فيما بين القصير ومرسى أم غيج، دراسة جيومورفولوجية، رسالة دكتوراه من قسم الجغرافيا ونظم المعلومات الجغرافية كلية الآداب جامعة الاسكندرية.
3. **آل سعود،** مشاعل بنت محمد **2015 :** الخصائص الجيومورفولوجية للأحواض والأودية المائية في منطقة الرياض، الهيئة العليا لتطوير مدينة الرياض، تقرير غير منشور.
4. **البحيتي،** نواف بن حامد **2020** : تحليل المعطيات المورفومترية لأحواض التصريف بمدينة حفر الباطن شمال شرق المملكة العربية السعودية بإستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) قسم الدراسات الإجتماعية ونظم المعلومات الجغرافية مجلة، كلية الآداب- شعبة الجغرافيا- جامعة الملك فيصل، العدد 3 المجلد 2.
5. **جبريل،** ناصف بلل نصيب **2018:** التحليل الهيدرولوجي لأودية هضبة الدفنة شمال شرق ليبيا فيما بين وادى الملاحة شرقاً ووادي السهل الشرقي غرباً بإستخدام تقنيات الإستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية دراسة جيومورفولوجية، رسالة ماجستير قسم الجغرافيا كلية الآداب بجامعة طنطا.

6. **جودة،** جودة حسنين– **عاشور،** محمود محمد- **دسوقي،** صابر أمين- **تراب،** محمد مجدى- **مرغني،** على مصطفى- **مصطفى،** محمد رمضان **1991:** وسائل التحليل الجيومورفولوجي، بدون ناشر، القاهرة.

7. **حمدان،** جمال محمود **1980:** شخصية مصر دراسة في عبقرية المكان، الجزء الأول دار الهلال القاهرة.

8. **خضر،** محمود محمد **1997:** الأخطار الجيومورفولوجية الرئيسية في مصر مع التركيز على السيول في بعض مناطق وادى النيل " رسالة ماجستير غير منشورة كلية الآداب - جامعة عين شمس.

9. **السلاوي،** محمد سعيد **1989:** هيدرولوجية المياه السطحية، دار الجماهيرية للنشر والتوزيع طرابلس ليبيا.

10. **سلوم،** غزوان محمد أمين **مارس 2012:** حوض وادى القنديل دراسة مورفومترية مجلة جامعة دمشق للآداب والعلوم الانسانية مج 28 العدد الأول سوريا.

11. **شاور،** آمال إسماعيل **2000:** جغرافية المياه العذبة ، القاهرة

12. **شعبان،** أسامه حسين **2005:** الأخطار الجيومورفولوجية بالجانب الشرقي لوادي النيل بمحافظة سوهاج دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية ، رسالة دكتوراه، قسم الجغرافيا كلية الآداب جامعة المنيا.

13. **صابر،** أحمد ابراهيم محمد **2007:** الأثار الجيومورفولوجية الناجمة عن حركة المياه في المنطقة الممتدة من الصف إلى العين السخنة، رسالة دكتوراه غير منشورة، فسم الجغرافيا كلية الآداب جامعة بنها .

14. **صالح،** أحمد سالم **1985:** حوض وادي العريش – دراسة جيومورفولوجية، رسالة دكتوراه غير منشورة، قسم الجغرافيا - كلية الآداب، جامعة القاهرة.

15. **صالح،** أحمد سالم **1989:** الجريان السيلى في الصحارى العربية دراسة في جيومورفولوجية الاودية الصحراوية، معهد البحوث والدراسات العربية، العدد 51.

16. **صالح،** احمد سالم **1999:** السيول في الصحاري نظرياً وعملياً ، دار الكتاب الحديث، القاهرة.

17. **الصبابحة،** نوح محمد على - **زيتون،** محمد عبد الكريم **إبريل 2018:** تحليل العلاقات الإحصائية بين المتغيرات المورفومترية للأحواض المائية في الأقاليم شبه الجافة (حوض وادى العرب: دراسة حالة)، مجلة كلية الآداب، جامعة القاهرة المجلد 78 العدد 3.

18. **صلاح،** بلقيس مبخوت ناصر– **مياس،** محمد حمود **2023:** تقدير حجم الجريان السطحي بإستخدام نموذج SCS (CN) في حوض وادى زبيد– اليمن، مجلة جامعة صنعاء للعلوم الانسانية المجلد- 4 العدد 1.

19. **عاشور،** محمود محمد **1983:** التحليل المورفومتري لشبكات التصريف المائي، مصادر البيانات وطرق القياس، المجلة الجغرافية العربية، العدد 15، القاهرة.

20. **عاشور،** محمود محمد- **تراب،** محمد مجدى **1991:** التحليل المورفومتري لأحواض وشبكات التصريف المائي، وسائل التحليل الجيومورفولوجي، الطبعة الأولى، القاهرة.

21. **عبدالكريم،** أشرف أحمد على **2019:** النمذجة الهيدرولوجية والهيدروليكية للسيول بإستخدام برنامج نظام نمذجة الأحواض المائية – الطبعة الأولى - دار نشر العبيكان الرياض – المملكة العربية السعودية .

22. **عبدالمنعم،** نورا جمال الدين **2016:** منطقة الغردقة دراسة في الجيومورفولوجية البيئية بإستخدام نظم المعلومات الجغرافية والإستشعار عن بعد، رسالة ماجستير، قسم الجغرافيا بكلية الآداب جامعة بنها.

23. **كليو،** عبدالحميد أحمد **1998:** أودية حافة جبل الزور بالكويت تحليل جيومورفولوجى، سلسلة علمية تصدر عن وحدة البحث والترجمة قسم الجغرافيا بجامعة الكويت ، الجمعية الجغرافية الكويتية.

24. **الكومي،** عبدالرازق بسيوني **2022:** النمذجة الهيدرولوجية لحوض وادى ايمو بالصحراء الشرقية باستخدام نموذج HMS-HEC دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية، مجلة كلية الآداب والإنسانيات والعلوم الإجتماعية، جامعة الفيوم، المجلد- 14 العدد الثاني.

25. **الكيالي،** منى عبدالرحمن يس **1979:** منخفض الواحات البحرية دراسة جيومورفولوجية، رسالة ماجستير غير منشورة ، قسم الجغرافيا كلية الآداب جامعة المنيا.

26. **محسوب،** محمد صبري **- راضي،** محمود دياب **1989:** العمليات الجيومورفولوجية، دار الثقافة للنشر والتوزيع – القاهرة.

27. **مرزوق،** إيمان عواد **2017:** التحليل الجيومورفولوجي لبعض الخصائص المورفومترية لأحواض التصريف المائي في المنطقة الممتدة بين ينبع جنوباً وأملج شمالاً، حولية كلية الآداب جامعة بنى سويف مج 6.

28. **مصطفى،** اسلام سلامة محمد **2004:** الاخطار الجيومورفولوجية في منطقة اسيوط ، رسالة ماجستير ،غير منشورة ، قسم الجغرافيا كلية الآداب جامعة الزقازيق (فرع بنها).

29. **المغاري،** أحمد خليل **2015:** الخصائص المورفومترية لحوض وادى الحسي بإستخدام نظم المعلومات الجغرافية دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية، رسالة ماجستير كلية الآداب الجامعة الإسلامية غزة.

30. **موسي،** عواد حامد **2000:** السيول في أودية خليج العقبة بمصر دراسة جغرافية، رسالة دكتوراه غير منشورة كلية الآداب جامعة المنوفية.

31. **نورالدين،** محمد عبدالحليم عبدالفتاح **2005:** المنطقة بين مرسي مبارك شمالاً ومرسي علم جنوباً بالصحراء الشرقية دراسة جيومورفولوجية بإستخدام نظم المعلومات الجغرافية والإستشعار عن بعد، رسالة دكتوراه غير منشورة قسم الجغرافيا كلية الآداب جامعة طنطا.

32. **هاشم،** صلاح قابيل عبد القوى **2015:** أخطار الجريان السيلى بالجانب الشرقي لوادي النيل بين وادى غراب جنوباً والرشراش شمالاً دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية بإستخدام نظم المعلومات الجغرافية والإستشعار عن بعد، رسالة ماجستير قسم الجغرافيا كلية الآداب جامعة المنيا.

المراجع الاجنبية :-

1) Raghunath H, M. 2006: Hydrology Principles analysis and design ; Revisal Second Edition Limited, New Delhi p.150

2) Bull, W.B., 1964: Geomorphology of Segmented alluvial Fans In western Fresno, California, U.S. Geol Survey, prof., paper No.352-E, p.p.89-129

3) Carson ,M.A., and Kirby, M.J., 1972 : Hill Slope Form and Process ,Cambridge University Press , P.P.188-271

4) Chorley, R.J., 1957: Climate and Morphology , Jour . Geol .Vol. 65, P.P. 628-638

5) Chorley, R.J., 1962: Geomorphology and General Systems Theory, U.S. Geol . Survey Prof. , Paper No . 500 – B , P.P. 1-10

6) Chorley , R.J., 1971: Physical Geography :A Systematic Approach London

7) Chorley , R.J., 1972: Introduction to Physical Hydrology , London-

8) Horton , R.E. ,1945: Erosional Development of Stream and their Drainage Age Basins , Hydro physical Approach to Quantitative Morphology Geol . Soc. Amer. Bull. No. 56 , P.P. 275 – 370

9) Miller, W., Collins, M., Steiner, F., Cook, E., 1998. An approach for greenway suitability analysis, Landscape. Landscape Urban Plan. 42 (2–4), 91–105

10) Morisawa, (1985): Rivers, form and Process. Longman, London

11) Morisawa, M. (1958): Measurement of Drainage-Basin Outline Form. The Journal of Geology. Vol. (66), No. 5 September. PP. 587-591

12) Schumm, S. (1956) Evolution of Drainage Systems and Slopes in Badlands at Perth Amboy, New Jersey. Geological Society of America Bulletin, 64, 597- 646 .

13) Strahler, 1975: A. N. Physical geography, Third Edition, John Wiley and Sons, N.Y.

14) USDA-SCS,1986, “Urban Hydrology For Small Watershed”, Technical releases 55,2U.S department Of Agriculture , USA.

“Floodwater Harvesting in Wadi Um Delfa Basin in Egypt's Eastern Desert using Geomatics Techniques - A Study in Applied Geomorphology”

&Abstract- :

This research aims to study and analyze the water flow and estimate the quantities of flood waters and their flow rates based on the (Unit Hydrograph SCS) method and calculate the depth of rainfall for different periods in the Um Delfa basin in the Eastern Desert in Egypt, which is located at the intersection of 40° 33' longitude east with 27° north latitude, and covers an area of 547 km2. 58 km2, and to achieve the objectives of the study, a number of approaches and methods were relied on, the most important of which is the spatial analysis approach based on the (HEC-1, HEC-HMS, HEC-RAS) models within the Water Modeling System (WMS) software package, the US Soil Conservation Service (SCS_ CN) model and hydrological models attached to the hydrological modeling system (WMS) Water Modeling System, including the hydrological model (HEC-HMS & HEC-1) and the hydraulic model (HEC-RAS). It also relied on a number of topographic and geological maps of different scales as well as satellite visualizations with different spatial resolutions.

The research addressed several themes that included the geological features of the Um Delfa basin, its morphometric characteristics and its drainage network, with reference to the hydrological characteristics, soil conservation model (SCS - CN) coefficients, the amount of water expected to fall and its hydrological balance, and finally the characteristics of flood water in the region using the WMS system.

&**Keywords- :**

Geomatics Techniques, GIS, hydrological modeling (WMS), HEC-HMS, HEC-RAS, Wadi Um Delfa.